MPK

MITTEILUNGEN DER PRÄHISTORISCHEN KOMMISSION
BAND 78

MICHAEL DONEUS

DIE HINTERLASSENE LANDSCHAFT – PROSPEKTION UND INTERPRETATION IN DER LANDSCHAFTS-ARCHÄOLOGIE



Verlag der
Österreichischen Akademie
der Wissenschaften

ÖAW

Michael Doneus

Die hinterlassene Landschaft – Prospektion und Interpretation in der Landschaftsarchäologie

Mitteilungen der Prähistorischen Kommission

Österreichische Akademie
der Wissenschaften

Philosophisch-historische Klasse

Band 78

Herausgegeben von Herwig Friesinger
Redaktion Michaela Lochner

Michael Doneus

Die hinterlassene Landschaft – Prospektion und Interpretation in der Landschaftsarchäologie

Verlag der
Österreichischen Akademie
der Wissenschaften

Wien 2013

Vorgelegt von
w. M. Herwig Friesinger in der
Sitzung am 16. Dezember 2011

Gedruckt mit Unterstützung
der Universität Wien



Die Entstehung des Manuskripts wurde
von der Ludwig Boltzmann Gesellschaft
unterstützt.



Umschlagbild: Visualisierung des von der Vegetation bereinigten digitalen Geländemodells im Bereich der Ruine Scharfeneck (Leithagebirge, NÖ). Unter der schützenden Vegetationsdecke haben sich zahlreiche Spuren einer archäologischen Landschaft im Bodenrelief erhalten, welche – wie das Hügelgräberfeld im Vordergrund – nun deutlich zu erkennen sind (Grafik: Martin Fera).

Lektorat: Silvia Hack
Layoutkonzept: Mag. Thomas Melichar

Die verwendeten Papiersorten sind
aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff
hergestellt, frei von säurebildenden
Bestandteilen und alterungsbeständig.

Alle Rechte vorbehalten
ISBN 978-3-7001-7197-3 ISSN 0065-5376
Copyright © 2013 by Österreichische
Akademie der Wissenschaften, Wien
Satz und Umsetzung des Layouts:
Dr. Gerhard Withalm [Satz,
Grafik & Layout]
Druck und Bindung:
digiDruck Ges.m.b.H., Wien

http://hw. oeaw.ac.at/7197-3
http://verlag.oeaw.ac.at

Inhaltsverzeichnis

1. Danksagung – 11

2. Einleitung – 13

Teil 1
Von der Landschaft zur Landschaftsarchäologie: Begriffsbestimmungen und wissenschaftsgeschichtliche Betrachtungen – 17

3. Raum, Ort, Umwelt, Landschaft – Konzepte und Begriffsbestimmungen – 18
3.1 Raum – 19
3.1.1 Räumliche Konzepte als Grundlage von „Landschaft“ – 20
3.2 Ort – 21
3.3 Umwelt – 22
3.4 Landschaft – 23
3.4.1 Geschichte des Begriffes Landschaft – 23
3.4.2 Landschaft und seine archäologischen Konnotationen – 24
3.5 Begriffsbestimmung von „Landschaft“ und die „archäologische Landschaft“ – 26
3.5.1 Natur-, Kultur- und die archäologische Landschaft – 27

4. Landschaft und Archäologie – Methoden und Konzepte im historischen Vergleich – 29
4.1 Anthropogeografie und der Beginn einer räumlichen Archäologie – 29
4.2 Beginnende Prospektion und Field Archaeology – 30
4.3 Raum in der prozessualen Archäologie – 31
4.3.1 Siedlungsarchäologie – 32
4.3.2 Die Entstehung der Umweltarchäologie – 33
4.3.3 Systematisierung der Prospektion und die Anfänge der Landschaftsarchäologie – 34
4.3.3.1 Beginnende Landschaftsarchäologie – 35
4.3.3.2 Prospektion abseits von Fundstellen – 35
4.4 Postprozessuale Landschaftsarchäologie – 36
4.5 Landschaftsarchäologie im deutschsprachigen Raum – 37
4.6 Zusammenfassung – 38

5. Landschaftsarchäologie – 39
5.1 Begriffsbestimmung von Landschaftsarchäologie – 39
5.2 Abgrenzung zur Siedlungsarchäologie – 41
5.3 Abgrenzung zur Umweltarchäologie – 43
5.4 Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie – 45

Teil 2 – Die Beschreibung der Landschaft – 47

6. Physische Struktur der Landschaft – 48
6.1 Atmosphäre und Klima – 48
6.1.1 Die Atmosphäre – 48
6.1.2 Wetter, Witterung und Klima – 48
6.1.3 Klima und Landschaft – 49
6.2 Lithosphäre – 50

6.2.1 Relief – 51
6.2.1.1 Ausformung des Reliefs – 51
6.2.2 Verwitterung und Sedimente – 52
6.2.3 Sedimentarten und ihre Bedeutung – 52
6.2.3.1 Sedimentarten nach ihrer Entstehung – 52
6.2.3.2 Sedimentarten nach Transportmedium – 53
6.2.4 Böden – 53
6.2.4.1 Faktoren der Pedogenese – 53
6.2.4.2 Bodenbestandteile – 54
6.2.4.3 Bodeneigenschaften – 54
6.2.4.4 Bodenhorizonte – 55
6.2.4.5 Bodentypen und deren Wandlung – 55
6.2.5 Bodenerosion – 56
6.2.5.1 Erosion durch Wasser und Wind – 56
6.2.5.2 Erosionsraten und archäologische Bedeutung – 57
6.2.5.3 Auswirkungen der Bodenerosion – 59
6.2.6 Lithosphäre und Landschaft – 60
6.2.6.1 Wandel der Lithosphäre – 61
6.3 Hydrosphäre – 62
6.3.1 Grundwasser und Quellen – 62
6.3.2 Flusssysteme – 63
6.3.2.1 Flüsse – 63
6.3.2.2 Überschwemmungen und Talauen – 65
6.3.2.3 Flussterrassen – 67
6.3.3 Hydrosphäre, Landschaft und Mensch – 68
6.3.3.1 Wandel und Maßstab – 70
6.4 Biosphäre – 71
6.4.1 Grundsätzliches – 71
6.4.2 Wandel der Biosphäre – 71
6.4.3 Biosphäre, Landschaft und Mensch – 72
6.4.4 Anthropogen beeinflusster Wandel – 73
6.5 Zusammenfassung – 75

7. Kulturelle Struktur der Landschaft – 77
7.1 Ökodeterminismus – 77
7.2 Das Individuum und die Überwindung des Ökodeterminismus – 78
7.2.1 Homo oeconomicus, RREEMM-Modell und Rationalität – 78
7.2.2 Handeln und Handlungsfähigkeit des Menschen –79
7.2.2.1 Individuum, Gesellschaft und Natur – 80
7.3 Bestimmende Faktoren kultureller Struktur – 81
7.3.1 Physische Struktur – 81
7.3.1.1 Atmosphäre bzw. Klima als raumwirksamer Faktor – 81
7.3.1.2 Lithosphäre als raumwirksamer Faktor – 82
7.3.1.3 Hydrosphäre als raumwirksamer Faktor – 86
7.3.1.4 Biosphäre als raumwirksamer Faktor – 89
7.3.1.5 Zusammenfassung – 90
7.3.2 Gesellschaftliche Faktoren – 90
7.3.2.1 Wirtschaftliche Sphäre – 90
7.3.2.2 Sozial-Religiöse Sphäre – 92
7.3.2.3 Politische Sphäre – 94
7.3.2.4 Historische Sphäre – 96
7.4 Zusammenfassung – 100

8. Die Beschreibung des materiellen Aspektes der Landschaft – 102
8.1 Karten und GIS – 102
8.2 Beschreibung der physischen Struktur – 104
8.2.1 Relief – 104
8.2.1.1 Vermessung des Reliefs – 104
8.2.1.2 Das Relief und seine Ableitungen – 106
8.2.1.3 Übertragbarkeit des Faktors Relief – 109
8.2.2 Boden – 110
8.2.2.1 Übertragbarkeit des Faktors Boden – 111
8.2.3 Hydrosphäre – 113
8.2.3.1 Übertragbarkeit der Hydrosphäre – 114
8.2.4 Klima – 117
8.2.4.1 Übertragbarkeit von Klima – 118
8.2.5 Biosphäre – 120
8.3 Beschreibung der kulturellen Struktur – 120
8.3.1 Siedlung und Gemeinschaftsraum – 121
8.3.2 Die archäologische Fundstelle – 122

Teil 3 – Vom Entdecken in der Landschaftsarchäologie – 126

9. Die Dynamik materieller Hinterlassenschaft – 128

9.1 Entstehung von Fundstellen bzw. deren Stratifikation – 128
9.2 Effekte der dynamischen Veränderung – 130
9.2.1 Verlagerung – 130
9.2.2 Strukturelle Zerstörung und Veränderung – 132
9.2.3 Auswirkungen auf die Erkennbarkeit – 133
9.2.4 Zusammenfassung – 133

10. Die archäologische Prospektion – 135

10.1 Prinzipielles – 135
10.1.1 Die Bedeutung von Kontrasten – 135
10.1.2 Definition der archäologischen Prospektion – 136
10.1.3 Sprachliche Mehrdeutigkeiten: Prospection, survey, reconnaissance – 136
10.1.4 Methoden der archäologischen Prospektion – 137
10.2 Die archäologische Feldbegehung – 138
10.2.1 Methodik – 139
10.2.1.1 Sichtbarkeit von Funden – 140
10.2.1.2 Intensität der Begehung – 141
10.2.1.3 Strategien der Beprobung – 142
10.2.1.4 Selektion des Fundmaterials – 143
10.2.1.5 Analyse von systematischen Begehungen – 143
10.2.2 Methodische Probleme der Feldbegehung – 145
10.2.2.1 Rate und Zuverlässigkeit der Auffindung – 145
10.2.2.2 Potenzial für eine großräumige Erfassung – 147
10.2.2.3 Aussagemöglichkeiten der Interpretation – 148
10.2.3 Fazit – 150
10.3 Methoden der Fernerkundung in der archäologischen Prospektion – 151
10.3.1 Grundlagen der Fernerkundung – 151
10.3.1.1 Die elektromagnetische Strahlung – 151
10.3.1.2 Das elektromagnetische Spektrum – 152
10.3.1.3 Interaktion von elektromagnetischer Strahlung mit einem Objekt – 153
10.3.1.4 Das sichtbare Licht – Farben und Filter – 154
10.3.1.5 Der spektrale Reflexionsgrad – 154
10.3.1.6 Der Weg des Lichts von der Sonne zum Sensor – 155
10.3.1.7 Sensoren – 156
10.4 Luftbildarchäologie – 157
10.4.1 Definition von Luftbildarchäologie – 158
10.4.2 Sichtbarkeitsmerkmale – 159
10.4.2.1 Im Relief erhaltene Bodendenkmäler – 160
10.4.2.1.1 Schattenmerkmale – 160
10.4.2.1.2 Schneemerkmale – 161
10.4.2.1.3 Flutmerkmale – 163
10.4.2.2 Eingeebnete Bodendenkmäler – 163
10.4.2.3 Der veränderte Boden – 163
10.4.2.3.1 Bodenmerkmale – 165
10.4.2.3.1.1 Feuchtigkeitsmerkmale – 167
10.4.2.3.1.2 Frostmerkmale – 167
10.4.2.3.2 Bewuchsmerkmale – 168
10.4.3 Der Blick von oben – 179
10.4.4 Datenherstellung – 181
10.4.4.1 Schrägaufnahmen – 181
10.4.4.2 Senkrechtaufnahmen – 184
10.4.4.3 Filme und Sensoren – 188
10.4.5 Interpretation – 190
10.4.5.1 Aspekte der visuellen Wahrnehmung – 190
10.4.5.2 Von der Wahrnehmung zur Interpretation – 196
10.4.5.2.1 Beobachtung in der Luft (Flugprospektion) – 197
10.4.5.2.2 Bildbetrachtung – 198
10.4.5.2.3 Detailinterpretation – 200
10.4.5.3 Gibt es eine „richtige“ Interpretation? – 204
10.4.6 Methodische Probleme der Luftbildarchäologie – 205
10.4.6.1 Unsicherheitsfaktoren – 205
10.4.6.2 Chronologische Aussagemöglichkeit – 207
10.5 Flugzeuggetragenes Laser-Scanning – 208

10.5.1 Prinzip – 210
10.5.1.1 ALS im Waldgebiet – 210
10.5.1.2 Erreichbare Genauigkeit – 211
10.5.1.3 Konventionelle und Full-Waveform Systeme – 211
10.5.2 Praktische Durchführung eines flugzeuggetragenen Laserscans – 212
10.5.3 Ableitung von Geländemodellen – 213
10.5.4 Archäologische Anwendungen von ALS – 216
10.5.5 Darstellung und Interpretation von ALS-Daten – 217
10.5.6 Vergleich mit anderen Prospektionsmethoden – 220
10.5.7 Methodische Probleme von ALS – 221
10.6 Geophysikalische Prospektion – 222
10.6.1 Magnetik – 223
10.6.1.1 Messgeräte – 225
10.6.1.2 Datenverarbeitung – 226
10.6.2 Geoelektrik – 226
10.6.2.1 Messvorgang – 227
10.6.3 Bodenradar – 228
10.6.3.1 Messgeräte – 229
10.6.4 Methodische Probleme der geophysikalischen Prospektion – 230
10.6.4.1 Interpretation – 232
10.6.4.2 Diskussion – 233
10.7 Chemische Prospektion – 234
10.7.1 Prinzip – 235
10.7.2 Methodische Probleme der chemischen Prospektion – 236
10.8 Archivierung – 237

11. Prospektion und landschaftsarchäologische Praxis – 241
11.1 Rezeption und Aussagekraft unterschiedlicher Prospektionsmethoden für die Landschaftsarchäologie – 241
11.1.1 Feldbegehung – 241
11.1.2 Geophysikalische Prospektion – 242
11.1.3 Chemische Prospektion – 245
11.1.4 Flugzeuggetragenes Laser-Scanning – 245
11.1.5 Luftbildarchäologische Prospektion – 247
11.1.5.1 Der landschaftsarchäologische Beitrag Systematischer Luftbildarchäologie – 250
11.1.5.2 Fazit – Luftbildarchäologie und Landschaftsarchäologie – 266
11.2 Integrierte Prospektion – 269
11.2.1 Kombination von Prospektionsmethoden – Beispiele für die Landschaftsarchäologie – 271
11.3 Fazit – 273

Teil 4 – Konzepte in der Landschaftsarchäologie – 275

12. Erklärende Zugänge zur Landschaftsarchäologie – 277
12.1 Systeme, Modelle und Verbreitungen – 278
12.1.1 Verbreitungen – 279
12.1.2 Beispiele von Modellen – 284
12.1.2.1 Modelle mit Bezug auf Standortfaktoren – 284
12.1.2.2 Modelle zur Organisation von Besiedlungen – 288
12.1.3 Diskussion der Modelle und ihrer zugrunde liegenden Voraussetzungen – 291
12.2 Fazit – 293

13. Verstehende Zugänge zur Landschaftsarchäologie – 295
13.1 Phänomenologie – 296
13.1.1 Kritik am phänomenologischen Ansatz – 299

14. Vereinende Ansätze in der Landschaftsarchäologie – 301
14.1 Wahrnehmung von Landschaft – 301
14.2 Wahrnehmung und GIS – 303
14.2.1 Sichtbarkeitskarten – 303
14.2.2 Topografische Prominenz und Offenheit des Geländes – 306
14.2.3 Cost-Surfaces – 306
14.2.4 Virtuelle und augmentierte Realität – 308
14.3 Die interpretierte Landschaft – 309

Teil 5 – Die verstehende Erklärung – 311

15. Individuum und Landschaft – 312
15.1 Mikro- und Makroebene: Der strukturell-individualistische Ansatz – 312
15.2 Die verstehende Erklärung – 313
15.3 Struktur und Individuum: Die sozialwissenschaftliche Erklärung – 314
15.4 Die Bedeutung des Kontextes: Soziale Situation und Präferenzverhalten – 315
15.5 Wert-Erwartungstheorie als Entscheidungsregel – 315
15.6 Die Wert-Erwartungstheorie in der landschaftsarchäologischen Anwendung – 316

16. Die Wert-Erwartungstheorie in der Altwegeforschung – 318
16.1 Altwegeforschung – 318
16.2 Wert-Erwartungstheorie und Wegeforschung – 319
16.3 Cost-surfaces und Fortbewegung im Raum – 320
16.4 Ein Wegenetz über das Leithagebirge als Fallbeispiel – 323
16.4.1 Beschreibung des Wegverlaufes – 325
16.4.2 Fragestellung – 331
16.4.3 Least-Cost-Path-Analyse und Diskussion der Ergebnisse – 332

17. Wert-Erwartungstheorie und Standortwahl – 336
17.1 St. Anna in der Wüste – 336
17.2 Realraum und Anschauungsraum in einer idealisierten Landschaft – 338
17.2.1 Die etische Perspektive: archäologische Strukturen im Realraum – 339
17.2.2 Die emische Perspektive: Schrift- und Bildquellen als Basis der Interpretation für die soziale Situation – 340
17.3 Erklärung von Lage und Mauerverlauf – 343

Teil 6 – Zusammenfassung und Literatur – 347

18. Zusammenfassung – 348
18.1 Landschaft und Landschaftsarchäologie – 348
18.2 Siedlungs-, Umwelt und Landschaftsarchäologie – 349
18.3 Beschreibung von Landschaft – 350
18.4 Prospektion und Landschaftsarchäologie – 350
18.5 Methoden der Auswertung in der Landschaftsarchäologie – 352
18.6 Ein vereinendes Konzept – 354

19. Literatur – 356

1. Danksagung

Die hier vorliegende Arbeit beruht auf einer mittlerweile zwanzigjährigen Praxis im Bereich der archäologischen Prospektion, mehreren landschaftsbezogenen Projekten sowie umfangreicher Recherche. Während dieser Jahre hatte ich das Glück, zahlreichen Menschen zu begegnen, die mich förderten, mit mir arbeiteten, Pläne schmiedeten, Ideen wälzten oder diskutierten, und die mich auch kritisierten. Ihnen sei auf diesem Weg mein tiefer Dank ausgesprochen.

Die wichtigste Unterstützung gab mir durch alle Jahre hindurch meine Familie. Deshalb möchte ich sie auch an den Anfang der Danksagung reihen: meine Eltern, die mir das Studium der Ur- und Frühgeschichte ermöglicht haben sowie meine Frau Nives und mein Sohn Luka. Sie mussten die mit solch einer Arbeit verbundenen Höhen und Tiefen miterleben, gaben mir in jeder Phase Halt, Unterstützung und ausreichend Freiraum. Ihnen ist diese Arbeit gewidmet.

Allen anderen voran möchte ich Prof. Dr. Herwig Friesinger stellen, der Anfang der 1990er Jahre an meine Fähigkeiten glaubte, mir das von ihm aufgebaute Luftbildarchiv anvertraute und freie Hand für dessen Weiterentwicklung ließ. Zudem förderte er all meine Ideen und stand mir in Zeiten kleinerer und größerer Sorgen und Nöte stets hilfreich und mit konkreten Ratschlägen zur Seite.

Auch Univ.-Prof. Dr. Otto Urban, welcher in den letzten Jahren das Institut für Ur- und Frühgeschichte leitete, erwies sich als großer Förderer, indem er finanzielle und personelle Wünsche des Luftbildarchivs stets unterstützte. Zudem initiierte er durch seine Ideen und Kontakte einige meiner Projekte und setzte sich persönlich für deren Realisierung ein. Nachdem Univ.-Prof. Dr. Claudia Theune-Vogt die Leitung des Institutes übernommen hatte, hielt sie mir in der „heißen“ Phase kurz vor Fertigstellung meiner Habilitation den Rücken von administrativen Verpflichtungen weitestgehend frei, wofür ich ihr sehr dankbar bin.

Ein wichtiger Begleiter auf meinem langen Weg – von meiner Immatrikulation im Jahr 1986 bis heute – ist mein Freund und Kollege ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Wolfgang Neubauer. Er schulte mich in den 1980er Jahren in die Bedienung eines Computers sowie in dessen Programmierung ein. Im Gegenzug half ich ihm an langen Abenden, unzählige Zahlenkolonnen seiner ersten Magnetogramme einzutippen. Er ist seitdem mein wichtigster Kooperationspartner, sei es in der kombinierten Prospektion oder der Entwicklung digitaler Grabungsdokumentation.

Vor allem während der letzten zehn Jahre konnte ich zahlreiche MitarbeiterInnen für meine Projekte gewinnen. Ihnen allen bin ich für ihren Einsatz dankbar. Speziell möchte ich jedoch mit Dr. Christian Briese, Mag. Martin Fera, Mag. Ulrike Fornwagner, Mag. Rupert Gietl, Mag. Dr. Monika Griebl, Martin Janner, Dr. Maria-Christina Zingerle jene erwähnen, welche mir bereits über viele Jahre zur Seite stehen. Ohne ihre qualifizierte Mitarbeit und ihr Know-how wären meine Projekte sicherlich nicht so erfolgreich gewesen. Einige der Ergebnisse werden im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt.

Einige FachkollegInnen haben das Manuskript dieser Arbeit gelesen und wertvolle Kritiken und Hinweise gegeben. Von Beginn an hat sich Dr. Thomas Kühtreiber mit dem Text auseinandergesetzt. Er machte mich immer wieder auf andere Meinungen oder zusätzliche Literatur aufmerksam. Allen sonstigen KollegInnen unterschiedlichster Fachbereiche aus dem In- und Ausland, mit welchen ich zum Teil seit vielen Jahren aufgrund zahlreicher Kooperationen, Workshops und Kongresse oder einfach per Email in Verbindung stehe, und welche mit Ratschläge, Denkanstöße und Kritik gegeben und mir neue Sichtweisen ermöglicht haben, sei an dieser Stelle nochmals speziell gedankt. Wertvolle Hinweise und konstruktive Kritik erhielt ich auch durch die insgesamt sieben GutachterInnen. Vier davon hatten sich mit der ursprünglichen Version dieser Arbeit im Zuge meines Habilitationsverfahrens auseinandergesetzt. Weitere drei wurden im Zuge der Manuskripterstellung beigezogen. Ihnen sei in ihrer Anonymität gedankt.

Gerade in Themenbereichen wie der Landschaftsarchäologie und archäologischen Prospektion ist man auch auf zahlreiche institutionelle Partner angewiesen. In meinem Fall möchte ich zunächst Gabriele Gattinger, der Leiterin des Fotolabors am Institut für Ur- und Frühgeschichte, danken. Sie hat ihre Mitarbeiterinnen während der letzten Jahre mit großem Einsatz motiviert, die schier unzähligen,

seit den frühen 1960er Jahren hergestellten Senkrechtaufnahmen systematisch zu kopieren und half bei jedem Problem rasch und bereitwillig.

Das Kommando Luftaufklärung des Österreichischen Bundesheeres ist seit vielen Jahren ein wichtiger Partner des Luftbildarchivs. Seinen Mitarbeitern sei auf diesem Weg für ihre langjährige und unbürokratische Unterstützung gedankt. Diese Kooperation ist weltweit einzigartig, und ermöglicht uns, ganze Landstriche durch Senkrechtaufnahmen luftbildarchäologisch mit vertretbarem Aufwand zu dokumentieren. Einige der Bilder sind in dieser Arbeit abgedruckt.

Auch der Abteilung für Bodendenkmalpflege des Österreichischen Bundesdenkmalamtes möchte ich in diesen Zusammenhang meinen Dank für die langjährige Kooperation aussprechen, in deren Rahmen wir auch die Fundstellendatenbank nutzen konnten.

Ein weiterer wichtiger und langjähriger Kooperationspartner ist das Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung an der TU Wien. Seine MitarbeiterInnen zeigten immer großes Interesse an Fragestellungen und Problemen der Archäologie und halfen mit, die Infrastruktur des Luftbildarchivs in Bezug auf Photogrammetrie und Laser-Scanning aufzubauen. Die weltweit anerkannte fachliche Qualität seiner ForscherInnen zeigte sich nicht zuletzt im Rahmen des von mir geleiteten Projektes zum flugzeuggetragenen Laser-Scanning, welches in dieser Arbeit ebenfalls vorgestellt wird. Unterstützung erhielt ich dabei auch von der Firma RIEGL Laser Measurement Systems, deren Mitarbeitern, allen voran DI Nikolaus Studnicka herzlich gedankt sei.

Zuletzt möchte ich noch die Vermessungsabteilungen der Länder Niederösterreich und Burgenland dankend erwähnen, welche uns unter Vermittlung der Landesarchäologen Mag. Franz Humer und Mag. Hannes Herdits digitale geografische Daten oft zur Verfügung gestellt haben.

Ein großer Teil der in dieser Arbeit verwendeten Daten entstammt den vom FWF finanzierten Projekten P16449-G02 „Die Kelten im Hinterland von Carnuntum“ sowie P18674-G02 „Li-DAR-gestützte archäologische Prospektion in Waldgebieten“.

2. Einleitung

Die „hinterlassene Landschaft“ ist Teil unseres täglichen Lebens. Die Bedürfnisse in unserer modernen, schnelllebigen, globalisierten Lebensweise verlangen nach ständigen Veränderungen, welche sich in rasch abwechselnden Tätigkeiten wie Bauen, Umbauen, Zerstören und Wiedererrichten manifestieren. Jede dieser Maßnahmen bringt neben den gewollten Effekten auch ein Bündel von unvorhersehbaren und ungewollten Konsequenzen mit sich und verändert unsere Lebenswelt unwiederbringlich. Das tägliche individuelle Handeln schafft somit eine sich kontinuierlich verändernde Landschaft, welche die Basis für die Lebensweise zukünftiger Generationen bildet.

Gerade als Luftbildarchäologe ist man ständig mit dieser Tatsache konfrontiert: Der Blick von oben lässt Zusammenhänge zwischen modernen Siedlungen, Infrastruktur, Landnutzung und physischen Gegebenheiten, wie dem Gewässernetz oder der Topografie sichtbar werden. Er gewährt auch Einblicke in vergangene Lebenswelten, die sich anhand von Sichtbarkeitsmerkmalen in der modernen Topografie, gepflügten Feldern oder der Vegetation zeigen, und macht somit auf die kontinuierlichen Veränderungen aufmerksam: Altes liegt neben Neuem, wird von diesem verändert, überbaut, zerstört, ignoriert oder integriert. Landschaftswandel und die dabei hinterlassenen Landschaften sind somit das tägliche Brot archäologischer Prospektion.

In meiner bislang 20-jährigen Erfahrung in Methodenentwicklung und Anwendung archäologischer Prospektion war ich immer wieder mit ein und derselben Frage konfrontiert: Wie können wir aus den zahlreichen, großflächigen, über lange Zeiträume entstandenen und vergangenen Strukturen menschlicher Hinterlassenschaft wissenschaftliche Erkenntnisse erzielen, die über das bloße Sammeln, Aufzählen, Katalogisieren und Typologisieren hinausgehen? Letztendlich sind es ja nicht die Fundstellen und Artefakte, die uns Archäologen interessieren, sondern die dahinter stehenden vergangenen Gesellschaften und Individuen als Gestalter der uns hinterlassenen Landschaften.

Ein Schlüssel dazu liegt in der räumlichen Struktur. Die materielle Hinterlassenschaft des Menschen hat als Gegenstand archäologischer Forschung eine räumliche Komponente: Sie ist lokalisierbar und weist eine strukturierte, d. h. nicht zufällige räumliche Verteilung auf. Gestützt auf diese Tatsache haben sich in den letzten einhundert Jahren unterschiedliche Ansätze entwickelt, die sich mit Lage und räumlicher Beziehung zwischen den Relikten selbst und / oder ihrer naturräumlichen Umgebung beschäftigen. Zu den drei wichtigsten zählen Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie.

Die drei Begriffe wurden trotz ihrer weiten Verbreitung in der europäischen Archäologie nie wirklich klar voneinander abgegrenzt. Während Siedlungs- und Umweltarchäologie im deutschsprachigen Raum schon lange etabliert sind, und die Fragestellungen mehr oder weniger deutlich umrissen scheinen, zeigt sich die Landschaftsarchäologie als ein diffuses Konstrukt, welches mehr an eine Kombination aus den beiden anderen Varianten räumlicher Archäologie erinnert als an eine eigenständige Forschungsrichtung. Zudem werden Siedlungs- und neuerdings auch die Umweltarchäologie konzeptuell stark erweitert. Dieser Umstand dürfte nicht zuletzt auf eine bis auf wenige Ausnahmen fehlende Bestimmung der zugrunde liegenden Begriffe und Konzepte von Raum, Umwelt und Landschaft zurückzuführen sein. Es existieren somit in Bezug auf die Landschaftsarchäologie unterschiedliche Auffassungen zu Inhalt, Fragestellungen und Methodik der Datengewinnung und Analyse, was die thematische Zuweisung einer Arbeit zu Umwelt-, Siedlungs- oder Landschaftsarchäologie beliebig macht.

Die Existenzberechtigung einer Landschaftsarchäologie setzt jedoch voraus, dass deren Inhalt und Ziel neben den Ergebnissen von Siedlungs- und Umweltarchäologie neue Erkenntnis für die Archäologie bringt. Da der zugrunde liegende Begriff „Landschaft“ für das Programm dieser Forschungsrichtung steht, erhält seine Bestimmung zentrale Bedeutung. Eine Gleichsetzung mit „Territorium“, „Gebiet“ oder „Naturraum“ lässt keinen Erkenntnisgewinn gegenüber der Siedlungsarchäologie feststellen. Auch die Verwendung im Sinne von „Umwelt“ wäre in Bezug auf neue Erkenntnis unproduktiv und ließe eine Abgrenzung zur Umweltarchäologie vermissen. All diese Gleichsetzun-

gen sind daher für die Bestimmung von Landschaft nicht ausreichend. „Landschaft" entzieht sich als Begriff unserer Alltagssprache einer einfachen Definition. Im täglichen Sprachgebrauch wird er gerne mit dem visuellen Erscheinungsbild gepflegter, aber auch scheinbar unberührter Natur gleichgesetzt. Gerade dieses Bild zeigt, dass mit Landschaft mehr als die physische Natur eines Gebietes gemeint ist. Landschaft hat eine Bedeutung für die in ihr lebenden Menschen – ein Umstand, der zu berücksichtigen ist, will man sich einer Landschaft wissenschaftlich nähern.

Abgesehen von einer unklaren Abgrenzung gibt es auch methodische Problemkreise. So ist die Grundlage von siedlungs- und landschaftsarchäologischen Analysen im deutschsprachigen Raum seit annähernd einhundert Jahren zumeist dieselbe geblieben: das für eine Region bestehende Fundstelleninventar, welches in vielen Fällen durch projektspezifische intensive, extensive oder unsystematische Begehungen ergänzt wird. Die Feldbegehung ist zwar eine wichtige und unverzichtbare Methode der Prospektion, für sich allein genommen jedoch problematisch. Andere Prospektionsmethoden wie die Luftbildarchäologie und die Geophysik sind zwar allgemein bekannt, werden aber nur in Ausnahmefällen im Vorfeld eines Projektes zur systematischen Datenerfassung angewandt.

Aufgrund der überwiegenden Nutzung ausschließlich von Feldbegehung, ist die vorhandene Information zu archäologisch relevanten Relikten begrenzt. Dies wirkt sich auch in der Analyse aus, wo man in erster Linie mit punktuellen Verbreitungen arbeitet, wobei eine funktionale Unterscheidung der einzelnen Fundstellen häufig schwerfällt. Daher werden, auch in landschaftsarchäologisch bezeichneten Arbeiten zumeist nur Siedlungen, bisweilen auch Bestattungsplätze genutzt.

Moderne Prospektionsmethoden lassen Rückschlüsse auf zahlreiche, weit über die in der großräumig arbeitenden Siedlungsarchäologie gängige Dichotomie von Siedeln und Bestatten hinausgehende Aktivitäten zu. Dieser Fülle an möglichen Daten stehen jedoch nur begrenzt Konzepte der Analyse gegenüber. Diese beziehen sich einerseits auf die Makroebene, in welcher Siedlungsmuster und ihre hierarchische Organisation untersucht, sowie ausschlaggebende Faktoren der Platzwahl oder zur Landnutzung herausgearbeitet werden. Andererseits widmen sich postprozessual beeinflusste Archäologen dem Individuum und versuchen es etwa im Rahmen phänomenologischer Studien zu verstehen. Konzepte, welche Makro- und Mikroebene verbinden und die Entstehung sowie den Wandel von Makrophänomenen unter Beachtung des Menschen als Individuum zu erklären vermögen, gibt es bislang jedoch kaum.

Ausgehend von den dargestellten Problemkreisen widmet sich diese Arbeit der zentralen Frage, *ob und wie wir mit unserem archäologischen Methodenspektrum einem komplexen Thema wie der Landschaft gerecht werden können?* Wie die Argumentationskette zeigen wird, sind unsere archäologischen Methoden dem komplexen Thema „Landschaft" sehr wohl gewachsen, müssen jedoch kombiniert angewandt werden. Bestehende Praktiken sind dabei zu überdenken und Vorurteile anderen wissenschaftlichen Denkrichtungen gegenüber müssen überwunden werden.

Die in dieser Arbeit vorgestellten theoretischen Zugänge und Methoden sind von meiner langjährigen interdisziplinären Arbeitsweise geprägt. Durch die intensive Beschäftigung sowohl mit technisch-naturwissenschaftlichen Aspekten im Bereich der Photogrammetrie und Fernerkundung als auch ihrer Anwendung in der Landschaftsarchäologie wurde eine „Mehrsprachigkeit" in Bezug auf die unterschiedlichen Fragestellungen, theoretischen Konzepte, Methoden sowie den Umgang mit Daten gefördert, welche in Bezug auf den hier verfolgten integrativen Ansatz förderlich war.

Im *ersten Teil* werden die grundlegenden Begriffe vorgestellt und näher diskutiert. Ausgangspunkt sind zunächst die Begriffsbestimmungen von Raum, Ort, Umwelt und Landschaft. Diese Begriffe sind grundlegend für unser wissenschaftliches Verständnis von Landschaft, werden aber zumeist ohne nähere Bestimmung verwendet. Dabei wird sich zeigen, dass es drei unterschiedliche Konzepte von Raum gibt, welche je nach räumlicher Archäologie mehr oder weniger relevant sind. Aufgrund dieser Unterscheidung wird es auch möglich, den Begriff Landschaft zu bestimmen, welcher materielle und immaterielle Aspekte beinhaltet. Ein Abriss der theoretischen und methodischen Entwicklung räumlicher Archäologie, der sich vor allem auf die britischen Inseln und den zentraleuropäischen Raum konzentriert, macht das unterschiedliche Verständnis und die damit verbundene Verwendung dieser Begriffe klar ersichtlich.

Darauf aufbauend lassen sich trotz einiger methodischer und thematischer Überschneidungen klare Abgrenzungen zwischen Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie argumentieren. Kriterien für die Unterscheidung sind, wie sich zeigen wird, das jeweils anders gelagerte zentrale Thema sowie das hauptsächlich zugrunde liegende Raumkonzept. Gerade weil diese beiden Faktoren unterschiedlicher Methoden der Analyse bedürfen, ist eine klare Stellungnahme notwendig, welchen räumlichen Ansatz man verfolgt. Dabei geht mit den Begriffen Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie keine Wertung einher.

In Bezug auf die Landschaftsarchäologie wird argumentiert, dass es aufgrund der materiellen und immateriellen

Aspekte von Landschaft einer mehrstufigen Vorgangsweise im Rahmen archäologischer Untersuchungen bedarf. Dabei steht die Beschreibung der materiellen Aspekte zunächst im Vordergrund. Dieser Thematik widmet sich der *zweite Teil* dieser Arbeit. Dabei wird aus analytischen Gründen zwischen der physischen und der kulturellen Struktur von Landschaft unterschieden. Zunächst werden die einzelnen Sphären der physischen Struktur (also Atmosphäre, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre), ihre Vernetzung und ihr stetiger Wandel sowie ihre Bedeutung für Mensch und Landschaft dargestellt. Für die kulturelle Struktur werden ausgehend von der Soziologie vier bestimmende Sphären (wirtschaftliche, sozial-religiöse, politische und historische) herausgearbeitet, welche für das räumliche menschliche Verhalten relevant sind – und zwar sowohl im Sinne der Organisation eines größeren Gebietes, als auch des zu einer Siedlung gehörenden Siedlungsraumes (Gemeinschaftsraum).

Besonderes Augenmerk wird dabei auf die Rolle der Natur im Rahmen des raumwirksamen menschlichen Handelns gelegt. Durch die Einbeziehung des Konzeptes der menschlichen Handlungsfähigkeit wird dabei argumentiert, dass die Natur ein wesentlicher Faktor menschlichen räumlichen Verhaltens ist. Sie spielt im Laufe der Geschichte immer wieder eine bedeutende Rolle, ist jedoch nicht determinierend für menschliches Verhalten.

Physische und kulturelle Struktur der Landschaft sind als geografische Daten prinzipiell in einem geografischen Informationssystem (GIS) darstellbar. Kriterien für die Darstellung sind die räumliche und zeitliche Diskretisierung der Daten, Methoden ihrer Visualisierung sowie ihre archäologische Aussagekraft. Die physische Struktur ist verhältnismäßig einfach zu messen und zu modellieren; die Darstellungen beziehen sich jedoch auf die Gegenwart. Ihre Übertragbarkeit auf vergangene Verhältnisse muss daher von Anwendungsfall zu Anwendungsfall argumentiert werden.

Für die Diskretisierung der materiellen Hinterlassenschaft des Menschen bedarf es der Definition eines räumlichen Konzeptes der archäologischen Fundstelle. Dieses ergibt sich aus der dreidimensionalen Ausdehnung seiner Stratifikation. Das Hauptproblem besteht jedoch darin, diese zu erkennen, zumal sich auch eine Stratifikation in ständigem Wandel befindet und zahlreiche Fundstellen eingeebnet im Boden verborgen sind.

Im *dritten Teil* wird daher der Frage nachgegangen, inwiefern die einzelnen archäologischen Prospektionsmethoden den Bedürfnissen der Landschaftsarchäologie gerecht werden und wie diese in der aktuellen Literatur rezipiert werden. Diese Frage ist für sämtliche Varianten räumlicher Archäologie relevant, wurde bislang jedoch weitgehend vernachlässigt, und ist daher ein zentrales Thema der Arbeit: Zunächst erfolgen detaillierte Beschreibungen des gegenwärtigen Standes von Feldbegehung, Luftbildarchäologie, flugzeuggetragenem Laser-Scanning, geophysikalischer Methoden und der chemischen Prospektion sowie der Diskussion ihrer methodischen Stärken und Schwächen. Dadurch kann begründet werden, dass nur eine Kombination unterschiedlichster Methoden umfassende Aussagen zur kulturellen Struktur eines Gebietes zulässt. Die Integration mehrere Prospektionsmethoden findet bislang jedoch kaum statt. Bei der Untersuchung der Anwendung und Beurteilung der einzelnen Methoden im Rahmen der deutschsprachigen räumlichen Archäologie zeigt sich ein deutliches Missverhältnis zwischen Aussagekraft und tatsächlich stattfindender, systematischer Nutzung. Es wird daher argumentiert, dass vor allem die Luftbildarchäologie unterschätzt, aber auch die geophysikalische Prospektion zu wenig und vor allem nicht zufriedenstellend, weil nur fundstellenbezogen, genutzt wird.

Der *vierte Teil* beschäftigt sich schließlich mit der Frage, wie die durch Prospektion erkannte kulturelle Struktur in unterschiedlichen archäologischen Paradigmen räumlich analysiert wird, und inwiefern dies mit dem hier vorgestellten Konzept von Landschaft bzw. Landschaftsarchäologie vereinbar ist. Dabei kann zwischen etischen und emischen Ansätzen unterschieden werden. Etische Beobachtung erschließt zumeist kausale Zusammenhänge zwischen kultureller Struktur und den Gegebenheiten der physischen Struktur. Andere Ansätze versuchen, die hierarchische und räumliche Organisation von Siedlungssystemen anhand von Modellen zu erklären. Ihnen liegen jedoch zahlreiche Annahmen zugrunde, welche die Aussagekraft der Ergebnisse stark relativieren. Viele der erklärenden Arbeiten konzeptualisieren Landschaft als naturräumliche Ausstattung eines Gebietes und werden der in dieser Arbeit argumentierten Begriffsbestimmung somit nicht gerecht.

Postprozessuale Extrempositionen, wie die phänomenologische Landschaftsarchäologie werden ebenfalls vorgestellt und eingehend diskutiert. Kritisch erscheint hier die fehlende intersubjektive Nachvollziehbarkeit, welche für den Anspruch von Wissenschaftlichkeit Voraussetzung ist.

Im abschließenden *fünften Teil* wird der Versuch unternommen, einen diese unterschiedlichen Ansätze verbindenden Zugang zur archäologischen Landschaft zu finden. Ausgehend vom strukturell-individualistischen Ansatz der Soziologie werden Makro- und Mikroebene der sozialen Struktur bzw. des Individuums verbunden und durch den Ansatz der verstehenden Erklärung etisches und emisches Interpretieren vereint. Das Makro-mikro-makro-Schema

der sozialen Erklärung wird dabei auf zwei typisch landschaftsarchäologische Szenarios angewandt: die Erklärung eines existierenden Wegenetzes sowie einer religiös motivierten Standortwahl.

Beide Beispiele können belegen, dass ein integrierendes Vorgehen bei Prospektion und Analyse helfen kann, sich archäologischen Landschaften und ihrer Bewohner zu nähern. Prospektion und GIS erweisen sich dabei – mit dem entsprechenden theoretischen Hintergrund versehen – als wichtiges Instrument zur wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung, und bilden mit der Interpretation ihrer Ergebnisse die Basis bzw. den Aufbau einer modernen Landschaftsarchäologie.

Teil 1
Von der Landschaft zur Landschaftsarchäologie: Begriffsbestimmungen und wissenschaftsgeschichtliche Betrachtungen

3. Raum, Ort, Umwelt, Landschaft – Konzepte und Begriffsbestimmungen

Spätestens seit die Archäologie am Ende des 19. Jahrhunderts in das Blickfeld der Geografie geriet und die Verbreitungskarte erfunden wurde, erhielt die räumliche Komponente der materiellen Hinterlassenschaft des Menschen einen wichtigen Stellenwert. Sie ergänzt seither das zuvor isoliert historisch-chronologische Denken. Im Laufe der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts haben sich unterschiedliche räumliche archäologische Forschungsrichtungen, wie Siedlungsarchäologie, Umweltarchäologie oder Landschaftsarchäologie entwickelt. Allen gemeinsam ist der Versuch, die materielle Hinterlassenschaft zusammen mit ihrer räumlichen Komponente zu fassen, zu analysieren und zu interpretieren.

Die soeben genannten Varianten räumlicher Archäologie unterscheiden sich anhand ihres theoretischen Hintergrundes, der Methoden sowie der jeweils abweichenden Fragestellungen. Dennoch überlappen sich ihre Inhalte, und erscheinen zum Teil austauschbar. Dies ist in erster Linie auf die zugrunde liegenden Begriffe Siedlung, Umwelt und Landschaft zurückzuführen, welche sich nur kontextabhängig definieren lassen, vereinnahmend sind und daher eine große terminologische Unschärfe besitzen.

Ein wesentlicher Grund dafür findet sich im umgangssprachlichen Gebrauch vor allem von Umwelt und Landschaft: Durch ihre alltägliche Verwendung wandelt sich deren Bedeutung mit den jeweils veränderten Lebensumständen und aktuellen Themen, was sich im Falle von „Umwelt“ besonders deutlich zeigt: Spätestens seit die Umweltbewegung der 1970er und 1980er Jahre gesellschaftlich relevant geworden und es bei uns zur Gründung von Umweltministerien gekommen war, wurde der ursprünglich neutral besetzte Begriff positiv belegt und mit der „Natur, die es zu schützen gilt“ gleichgesetzt. Ähnliches gilt für die „Landschaft“, welche heute umgangssprachlich als „scheinbar unberührte, gepflegte Natur“ verstanden und mit Erholung, Ruhe, Ästhetik, Sauberkeit und ähnlichen positiv empfundenen Attributen konnotiert ist.

Werden diese Begriffe in der Wissenschaft verwendet, scheinen sie aufgrund des alltäglichen umgangssprachlichen Gebrauchs zunächst als selbstverständlich. Bei reflektierender Betrachtung entziehen sie sich jedoch einer eindeutigen Definition: Ihre Bedeutung variiert je nach Fachgebiet und Region mit dem jeweils entsprechenden theoretischen, methodischen und wissenschaftsgeschichtlichen Hintergrund.

So wird je nach Kontext der Begriff „Siedlung“ im Sinne von Wohnsiedlung, Besiedlung, Ortsteil sowie als das Territorium einer Gemeinde mit Wirtschaftsflächen, Kommunikationswegen, sakralen Arealen etc. verwendet. „Umwelt“ erhält unter anderem die Bedeutung von Natur, soziales Umfeld, Naturraum oder Territorium und „Landschaft“ benutzt man im Sinne von „begrenztes Gebiet“, Naturraum, Territorium, Umwelt, sozialer Raum oder als umfassendes Konzept, welches das soeben genannte beinhaltet. Die hier bei Weitem nicht vollständig aufgezeigte Bedeutungsvielfalt zieht verständlicherweise erhebliche inhaltliche und methodische Unterschiede einer darauf aufbauenden Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie nach sich.

Dies ist vor allem bei der Landschaftsarchäologie zu beobachten. Dieser jüngste archäologische Zugang zur räumlichen Erforschung materieller Hinterlassenschaft erfreut sich ungebremster Beliebtheit. Dies zeigt unter anderem eine Internetrecherche durch Bruno David und Julian Thomas aus dem Jahr 2006: Im Vergleich mit einer langen Liste von „Archäologien“ landete der Begriff „*landscape archaeology*“ in Bezug auf die Trefferzahl zweier Suchmaschinen auf dem sechsten Platz (David, Thomas 2008b, 36). Ähnliches ist im letzten Jahrzehnt auch im deutschen Sprachraum zu beobachten, wo die Termini „Landschaft“ und „Landschaftsarchäologie“ mit zunehmender Häufigkeit in Titeln von Aufsätzen und Monografien auftauchen.

In der englischsprachigen Literatur erhält *„landscape"* je nach theoretischem Hintergrund eine stark unterschiedliche Bedeutung (vgl. Kapitel 3.4.2). Entsprechend divergent sind auch die Arbeiten im Rahmen der *„landscape archaeology"*. In der archäologischen Literatur des deutschen Sprachraumes wurde bis vor Kurzem selbst in den begriffsbestimmenden Arbeiten zur Landschaftsarchäologie der zugrunde liegende Terminus „Landschaft" nicht oder nur rudimentär konzeptualisiert (z. B. Lüning 1997; Schade 2000). Sowohl die unterschiedliche Konnotation als auch die Unbestimmtheit sind insofern folgenschwer, als keine Klarheit zu den Inhalten der einzelnen räumlich-archäologischen Forschungsrichtungen besteht und es somit zu einer gewissen Beliebigkeit bei der Benennung räumlich motivierter Arbeiten als siedlungs-, umwelt- oder landschaftsarchäologisch kommt.

Eine terminologische Beliebigkeit ist hinderlich, da die zugrunde liegenden Begriffe für Forschungsprogramme stehen, deren Vertreter vor einem theoretischen Hintergrund mittels entsprechender Fragestellungen, Konzepte und Methoden neue Erkenntnisse erlangen wollen. Eine konsistente Inhaltsbestimmung und damit verbunden die Möglichkeit einer theoretisch-methodischen Einordnung und Abgrenzung erscheint deshalb wünschenswert und notwendig. Erst dadurch erhält das Bestehen unterschiedlicher räumlich-archäologischer Forschungsrichtungen Bedeutung.

Dieses Kapitel soll daher den Begriff „Landschaft" im archäologischen Kontext bestimmen, die darauf aufbauende Landschaftsarchäologie inhaltlich erläutern und untersuchen, inwieweit eine Abgrenzung zu Siedlungs- und Umweltarchäologie möglich und sinnvoll ist. Die Geoarchäologie wird im Folgenden ausgeklammert, da sie sich ausschließlich geowissenschaftlicher Methoden bedient und ähnlich der *spatial archaeology* als Methode im Rahmen von Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie zum Einsatz kommt.

3.1 Raum

In jedem Fall ist Landschaft ebenso wie Territorium, Naturraum und bis zu einem gewissen Grad auch Umwelt ein räumliches Konzept. Dies zeigt nicht zuletzt die etymologische Betrachtung des Wortes „Landschaft" (vgl. S. 23). Der Bedeutungsunterschied lässt sich unter anderem darauf zurückführen, dass „Raum" nicht im Sinne eines physischen Objektes existiert, er hat keine „Wesenssubstanz" (Hard 2003b, 24). Er ist vielmehr ein Prinzip, welches je nach Kontext unterschiedlich konzeptualisiert werden kann.

Der Raum nimmt in der Archäologie eine zentrale Rolle ein, da der Mensch ein raumaneignendes Wesen ist. Die Fähigkeit zur Bewegung im Raum, Orientierung und eine Neigung zur Territorialität sind ihm angeboren. Gleichsam können alle seine Hinterlassenschaften im Raum lokalisiert werden. So wundert es nicht, dass die Verbreitungskarte als eines der wichtigsten archäologischen Hilfsmittel bereits Anfang des 20. Jahrhunderts „erfunden" wurde. In ihr wird die Lage menschlicher Strukturen und Artefakte oft zeitlich differenziert, also vierdimensional abgebildet. Diese räumliche Fixierung stellt auch ein Bindeglied zur Geografie, und hier vor allem zur historischen Geografie und zur Humangeografie dar (Schenk 2005, 216).

Raum ist laut DUDEN unter anderem eine „in Länge, Breite und Höhe nicht eingegrenzte Ausdehnung" oder ein „für jemanden oder etwas zur Verfügung stehender Platz". Anhand dieser beiden Bedeutungen zeigen sich bereits zwei unterschiedliche Raumkonzepte: der abstrakte, absolute, unbegrenzte Container und der relative, auf den Menschen oder ein Objekt Bezug nehmende Platz. Ein Blick ins etymologische Wörterbuch zeigt die Wurzel des Begriffs im althochdeutschen *rum*. Seine Bedeutung als „Platz zu freier Bewegung oder zum Aufenthalt" (Pfeifer 2005, 1091) entspricht der zweiten im DUDEN aufgelisteten Bedeutung und lässt das abstrakte Konzept eines unbegrenzten Containers vermissen – und das aus gutem Grund: Die Idee des abstrakten, grenzenlosen Raumes kam in Ansätzen erst mit der Renaissance auf (Läpple 1991, 201). In der Archäologie entstanden damit einhergehende Konnotationen (wie z. B. Plan, Karte, Umfeld, Verbreitung, Siedlungsmuster oder GIS) erst in jüngerer und jüngster Vergangenheit im Zusammenhang mit kulturhistorischen, funktionalen und prozessualen Ansätzen. Wenn hier die Sprache von Raum, räumlicher Struktur oder räumlicher Archäologie ist, so muss daher zunächst konstatiert werden, dass Raum in verschiedenen Konzepten gefasst werden kann, welche dem jeweiligen Kontext angepasst sind.

Zahlreiche Raumvorstellungen unterschiedlichster Fachbereiche werden bei Elisabeth Vavra angeführt (Vavra 2007a). Ihre Anzahl ist scheinbar unbegrenzt. Für die historische Geografie nennt Dietrich Denecke unterschiedliche Raummodelle, wobei die Vorstellung von Raum umgrenzend und beinhaltend, durch Objekte definiert, durch menschliche Aktion gestaltet, schematisch gedacht oder durch das Bewusstsein konstruiert sein kann (Denecke 2005b, 36 f.).

Im Zusammenhang mit der archäologischen Nutzung geografischer Informationssysteme unterscheiden James Conolly und Mark Lake einen unabhängig von materiellen Objekten existierenden absoluten Raum und einen relativen Raum, der sich erst aus dem Vorhandensein physischer Objekte generiert (Conolly, Lake 2006, 3 f.). Die Beispie-

le, welche sie zwei Seiten später exemplarisch für die beiden Raumkategorien heranziehen (relativer Raum: das *single surface recording* stratigrafischer Grabungen in Kombination mit der topologischen Darstellung als Harris-Matrix; absoluter Raum: die euklidische Darstellung des Ergebnisses einer Oberflächenbegehung), können jedoch für beide Raumkonzepte in gleicher Weise geltend gemacht werden. Unabhängig von einer topologischen oder euklidischen Abbildung können die hier genannten Schichtoberflächen oder Artefakte als den Raum erzeugende (relatives Konzept) oder im Raum enthaltene (absolutes Konzept) Objekte gesehen werden. Die beiden Raumkonzepte sind daher nicht ergänzend, sondern schließen sich vielmehr aus. Es handelt sich bei ihnen um zwei gegensätzliche philosophische Auffassungen von „Raum", die nur im Sinne eines Entweder-oder Eingang in ein Handbuch zu GIS finden können. Daher ist die integrierte Nutzung dieser beiden Raumkonzepte, anders als J. Conolly und M. Lake es vorschlagen, weder als Werkzeug zur Verarbeitung archäologischer Information in einem GIS noch im Rahmen einer räumlichen Archäologie geeignet.

Timothy Darvill stellt in seinem archäologisch-lexikalischen Eintrag physischen und sozialen Raum gegenüber (Darvill 2002, 399). In der Kategorie des physischen Raumes befindet sich die archäologische Hinterlassenschaft, deren Lagebezug auf Karten abgebildet werden kann (wobei die Frage des Wesens von Raum nicht diskutiert wird). Der soziale Raum wird durch die immateriellen Aspekte des menschlichen Zusammenlebens strukturiert. Es gilt nicht das metrische Maß, sondern soziale Distanz, welche sich aus Machtverhältnissen, Geschlechterrollen, religiösen Vorstellungen und Ähnlichem ergibt. Darvills Ansatz erscheint auch für den Kontext der Landschaftsarchäologie nützlich, da sich physischer und sozialer Raum ergänzen können. Was fehlt oder unerwähnt bleibt, ist ein Vermittler zwischen beiden Räumen, das Raumkonzept, in welchem sich physischer und sozialer Raum ineinander überführen lassen.

3.1.1 Räumliche Konzepte als Grundlage von „Landschaft"

Eine dahin gehende Einteilung nimmt der Philosoph Nicolai Hartmann vor, indem er realen, geometrischen und Anschauungsraum kategorisiert (Hartmann 1980). Diese Dreiteilung erscheint – wie sich zeigen wird – für die Begriffsbestimmung von Landschaft und die räumliche Arbeitsweise innerhalb der Landschaftsarchäologie als sehr geeignet. Zunächst sollen die drei Raumkategorien näher vorgestellt werden.

Der *Realraum* (*physical space*) ist der Raum, in dem wir leben, in welchem „die physisch-realen Geschehnisse sich abspielen" (Hartmann 1980, 86). Es gibt nur einen einzigen, gegenwärtigen Realraum mit ausschließlich drei Dimensionen. Er ist jedoch nicht identisch mit der empirischen Welt, sondern vielmehr ihr lagemäßiges Ordnungsprinzip: Er selbst ist daher nicht messbar, sehr wohl aber die physisch-materiellen Objekte, durch deren Existenz der Realraum gegeben ist. Diese Objekte haben eine Form und Ausdehnung, die beschrieben, gewogen und gemessen werden kann, sie haben einen gegenwärtigen Lagebezug und Entfernungen zueinander, welche im geometrischen Raum kartierbar sind.

Im Gegensatz dazu sind die beiden anderen Kategorien nicht physisch-real. Die Kategorie des *geometrischen Raumes* (*geometric space*) bezeichnet ein ideelles Raumprinzip und ist als solches kontinuierlich, homogen und unbegrenzt (Hartmann 1980, 78 f.). Vereinfacht gesagt, könnte man ihn auch als Abbildungsraum bezeichnen. Innerhalb dieses Prinzips sind beliebig viele geometrische Räume mit beliebig vielen, aber mindestens zwei Dimensionen möglich. Der geometrische Raum beinhaltet grundsätzlich alle materiellen Objekte, die räumlich und zeitlich unabhängig voneinander existieren. Aber auch Abstraktes (z. B. politische Grenzen) oder geplante Objekte lassen sich in geometrischen Räumen bildhaft darstellen, wobei sich durch Verwendung der entsprechenden Medien der geometrische Raum in den Realraum erstreckt (Hartmann 1980, 83).

Ein Typ des geometrischen Raumes ist der Euklidische Raum, in dem wir zum Beispiel empirische Beobachtungen der physischen Welt in Form von Punkten, Linien, Flächen und Körpern innerhalb eines rechtwinkeligen Koordinatensystems und mittels absoluter Entfernungsangaben abbilden. Eine andere Möglichkeit stellt der topologische Raum dar, in dem sich Verbindungen und räumliche Beziehungen zwischen (benachbarten) Objekten, etwa Stratifikationseinheiten oder die Stationen eines Straßenbahnnetzes, darstellen lassen. Die häufigsten Anwendungen des geometrischen Raumes in der Archäologie beziehen sich auf die Abbildung des Realraumes auf Plänen, etwa die Kartierung von Prospektionsergebnissen oder Verbreitungskarten.

Im *Anschauungsraum* (*cognitive space*) unseres Bewusstseins spielen sich Wahrnehmung, Denken und Erleben ab (Hartmann 1980, 116 ff.). Er beinhaltet den von uns wahrgenommenen Ausschnitt des Realraums und ist nicht neutral, sondern subjektiv gefärbt: Erfahrungen, Wertvorstellungen, religiöse Einstellungen und Gefühle wirken als kulturell und sozial geprägte Filter unserer Wahrnehmung und sind ausschlaggebend für Form und Struktur des Anschauungsraumes (vgl. Knox, Marston 2001, 44; Gramsch 1996, 25). Ein und derselbe Realraum wird von verschiedenen Personen jeweils individuell und unterschiedlich innerhalb ihres Anschauungsraumes wahrgenommen, erlebt und gedacht.

N. Hartmann unterscheidet innerhalb des Anschauungsraumes zwei Subkategorien, nämlich den Erlebnis-

raum und den Denk- oder Vorstellungsraum (Hartmann 1980, 117). Während die persönliche Wahrnehmung im Erlebnisraum stattfindet, lassen sich fremde oder vergangene Anschauungen durch den Vorstellungsraum nachvollziehen – natürlich subjektiv gefärbt.

Die räumliche Vorstellung ist euklidisch, dreidimensional, vom eigenen Standpunkt als Zentrum ausgehend und oft stark verzerrt (Hartmann 1980, 127–129). Sie ist gekennzeichnet von bildhaften Anschauungen räumlicher Gegebenheiten und Verhältnisse. Damit in Verbindung stehende Objekte werden vielfach nicht als simple Repräsentationen abgespeichert, sondern mit individueller oder sozial tradierter Bedeutung versehen und daraus eine subjektive Wirklichkeit konstruiert (vgl. Sieferle 1997a, 42). Diese subjektiven Eindrücke zu örtlichen Erscheinungsbildern und Verhältnissen werden als so genannte „kognitive Karte" (*mental map*) mental abgespeichert (Hellbrück, Fischer 1999, 64 f.; kritisch in Bezug auf die Vorstellung als „Karte": Ingold 2000, 219 ff.).

Im Zuge des *spatial turn*, einem von Edward W. Soja geprägten Begriff (Döring, Thielmann 2008a, 7), wird „Raum" in vielen Wissenschaftsdisziplinen neu gedacht (Soja 2008, 243). In der Soziologie wurde dabei das relativistische Raumkonzept ausgearbeitet. Dabei wird der Raum durch den handelnden Menschen erzeugt und ist sozial strukturiert. Martina Löw führt aus:

„… daß die Konstitution von Raum selbst als sozialer Prozeß gefaßt werden muß. Das heißt, was zuvor Ausgangs- oder Bezugspunkt einer Untersuchung war, wird selbst zum soziologischen Gegenstand: die Konstitution von Raum. Um diese auf allen Ebenen einer handlungstheoretischen Konzeption berücksichtigen zu können, muß das Handeln selbst als raumbildend verstanden werden" (Löw 2001, 67).

Die Entstehung von Raum wird somit zum sozialen Phänomen (Löw 2001, 263). Dieser relativistische soziale Raumbegriff kann somit als Variante des Anschauungsraumes betrachtet werden: Wahrnehmung, Denken und Erleben ist immer auch sozial determiniert und Grundlage jedes Handelns. Handlungen wirken sich auf die Objekte des Realraums aus; deren Umgestaltung kann wiederum zu einem veränderten Anschauungsraum führen. Dies hat zum Beispiel Bedeutung bei Historikern, wenn es, wie Eric Piltz in einer Fußnote vermerkt, darum geht, wie „… z. B. Rituale Grenzen markieren und was es bedeutet, wenn vormalige Barrieren zu Interaktionsräumen werden oder das Schleifen der Bastionen eine veränderte Wahrnehmung der Stadt hervorruft" (Piltz 2008, 96). Aus der Summe der Anschauungsräume einer Bevölkerung entsteht in dieser Wechselwirkung der *soziale Raum*. Dieser existiert nicht als Objekt, sondern als räumliche Auswirkung von sozialen Beziehungen in Form von Regeln, Konventionen, Wertvorstellungen, Machtverhältnissen, Geschlechterrollen, Riten; Raum wird zum „Beziehungsraum" (Löw 2001, 158 ff.). Der soziale Raum und die Vermittlerrolle der Handlung zwischen Realraum und Anschauungsraum werden an späterer Stelle noch ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 15). Die Konzeption von Raum in Form dieser drei Kategorien ist für die Archäologie nützlich. Der Anschauungsraum ist Ausgangspunkt für das raumbildende Handeln und den sozialen Raum aller (prä-)historischen und gegenwärtigen Menschen. Die Rekonstruktion seiner vergangenen Ausprägungen ist daher ein wichtiges Ziel der Archäologie.

Die materielle Hinterlassenschaft als Ausgangspunkt jeder archäologischen Forschung ist Teil der physischen Welt. Archäologische Strukturen, Artefakte und Ökofakte sind im Ordnungsprinzip des Realraums strukturiert und lassen sich prospektieren, messen und beschreiben. Die Wahrnehmung und das Erkennen dieser archäologisch relevanten Objekte finden wiederum im Anschauungsraum unseres Bewusstseins statt.

Als Vermittler fungiert dabei der geometrische Raum, da in ihm physisch-materielle Objekte und räumliche Beziehungen abgebildet werden (z. B. als Karte, Foto, Gemälde). Die Einheiten können in absoluten Kategorien (Meter, Grad, …) oder in wahrgenommenen Einheiten, wie Kosten, Zeit, Energie oder Aufwand dargestellt werden. Dadurch wird der geometrische Raum zu einem weiteren Ausgangspunkt von Erkenntnis.

Die Ausdrucksform oder „Sprache" des geometrischen Raumes ist mathematisch-naturwissenschaftlich und drückt sich in Geometrie, Formeln, Statistik, Wahrscheinlichkeit, etc. aus. Beschreibungen und Erkenntnisse erfolgen innerhalb des Anschauungsraumes verbal in Form von Erzählungen; räumliche Angaben sind dabei relativ und verwenden Ausdrücke wie „vor", „hinter", „links" oder „in der Nähe von".

3.2 Ort

Wenn man sich an bekannte Landschaften (etwa die Gegend, in der man aufgewachsen ist) erinnert und versucht, sie zu beschreiben, so hat man kein kontinuierliches, vollständiges Bild mit allen Gebäuden, Wegen, Feldern, Bäumen, Wäldern, Flüssen und Menschen vor dem geistigen Auge. Vielmehr präsentiert sich die Landschaft in Form von szenischen Ausschnitten, die mit persönlichen Erinnerungen verknüpft sind. Diese beinhalten häufig natürliche (etwa Felsformationen, Hügel, bestimmte Bäume) oder von Menschen gestaltete Landmarken (z. B. Gebäude, Wege, Denkmäler). Manche von diesen Landschaftsmerkmalen

sind vielleicht Schauplätze von Sagen, Mythen oder von anderen, persönlichen oder eventuell historischen Ereignissen, an die wir uns erinnern oder die sich überliefert haben.

Im Zusammenhang mit der Tradierung von Ereignissen, Sagen oder mythischen Assoziationen werden diese topografischen Begebenheiten zu Schauplätzen, mit Namen versehen und dadurch mit Bedeutung und Sinn belegt. Aus der topografischen Begebenheit wird ein Ort mit Geschichte. Namen sind von besonderer Bedeutung, da sie durch die Gesellschaft tradiert werden und den bezeichneten Ort historisch fassbar machen (Tilley 1994, 18). Orte werden also über die Benennung aufgrund gemeinsamer Erfahrungen, Symbole und Bedeutungen zu Orten der Erinnerung (*lieux de mémoire*) und haben „Symbolcharakter" für die Gesellschaft (Knox, Marston 2001, 4).

Die Gedächtnisorte spielen eine wichtige Rolle beim Prozess der Identitätsbildung (Csáky 2004, 23). Eine Kennzeichnung durch Symbole oder die Errichtung von Monumenten verleiht solchen Orten eine gewisse „Dauerhaftigkeit". Die Erinnerung an das mit einem Ort verbundene Ereignis kann jedoch mehrdeutig sein und sich mit der Zeit wandeln. Bisweilen kann die Bedeutung jedoch bewusst verändert werden, indem man etwa Monumente zerstört oder um- bzw. überbaut. Durch ihre bewusste Schaffung (etwa durch Errichtung von Monumenten, bestimmte Gestaltung von Wegtrassen, etc.) können ideologisch gefärbte Anschauungsräume erzeugt und somit Menschen bewusst beeinflusst werden (vgl. Knox, Marston 2001, 5).

Die den Orten zugrunde liegenden Dinge befinden sich im Realraum, ihre Bedeutung findet aber im Anschauungsraum statt, der durch Orte quasi aufgespannt wird, oder wie Christopher Tilley es etwas unscharf formuliert: „Without places there can be no spaces" (Tilley 1994, 15). In diesem Zusammenhang scheint auch die etymologische Herleitung von „Ort" bedeutsam. Seine ursprüngliche Bedeutung war die „Spitze". Dies zeigt sich heute noch in Begriffen, wie „Ortband" (an der Spitze, dem Ende der Waffe) oder dem bergmännischen „vor Ort" (an der Spitze des Grubengangs) (Kluge 1975, 525). „Ort" kann in diesem Sinn als Projektionspunkt, als Knotenpunkt eines Netzwerkes im Anschauungsraum betrachtet werden.

Orte sind also Knotenpunkte im Anschauungsraum, strukturieren als solche unsere Vorstellung vom Realraum und konstituieren die kognitiven Karten. Diese enthalten somit Insider-Wissen zu räumlichen Verhältnissen in Form mentaler Repräsentationen topografischer Begebenheiten, welche als Orientierungspunkte im weitesten Sinne des Wortes benutzt werden: als Landmarken für die räumliche Fortbewegung und als Bezugspunkte für die Formung sozialer Identität.

3.3 Umwelt

Der Begriff Umwelt leitet sich vom dänischen *omverden* her, was umgebendes Land oder Umgebung bedeutet. Er ist, ähnlich wie „Landschaft" ein umgangssprachlich besetzter Begriff und wird im alltäglichen Sprachgebrauch mit „Natur, die es zu schützen gilt" gleichgesetzt. Laut DUDEN ist Umwelt „alles, was einen Menschen umgibt, auf ihn einwirkt und seine Lebensbedingungen beeinflusst", bzw. „ein Kreis von Menschen, in dem jem[and] lebt, mit dem jem[and] Kontakt hat, in Beziehung steht". Von wissenschaftlicher Seite gilt der Biologe Jakob von Uexküll als Erster, der „Umwelt" als Fachbegriff einführte: die einer Tierart eigene, zum Überleben notwendige Umgebung, die von ihr gestaltet wird (von Uexküll 1909).

Bereits in den Darstellungen dieses ersten Absatzes lassen sich vier unterschiedliche Bedeutungen von „Umwelt" erkennen: die räumliche Konnotation (Territorium), das speziell auf den Menschen einwirkende Umfeld (Um-Welt), die Natur sowie die prozessorientierte Wechselwirkung (Ökologie). „Umwelt" ist somit ein sehr breit gefächerter Begriff. Jürgen Hellbrück und Manfred Fischer zitieren den Wissenschaftsrat der Bundesrepublik Deutschland, der unter Umwelt die „Gesamtheit aller Prozesse und Räume, in denen sich die Wechselwirkungen zwischen Natur und Zivilisation abspielt", versteht (Hellbrück, Fischer 1999, 24). Die Umwelt eines Menschen beinhaltet also jeden nur denkbaren Faktor seines umgebenden Realraums, welcher seine Wahrnehmung und sein Handeln in direkter oder indirekter Weise beeinflusst (Evans 1978, 1 f.).

Ähnlich wie der Begriff der Landschaft ist somit auch die Umwelt ein holistisches Konzept. Sie hat einen räumlichen Aspekt, welcher sich durch die Vorsilbe „Um" ausdrückt, ist aber nicht ausschließlich räumlich zu verstehen: Gerade der ökologische Aspekt der Wechselwirkung kann auch nicht-räumlich prozessorientiert gesehen werden (vgl. Winiwarter, Knoll 2007, 141).

In jedem Fall ist Umwelt ein relativer Begriff, welcher immer auf ein bestimmtes Lebewesen oder eine Gruppe bezogen, und unter den jeweils interessierenden Gesichtspunkten betrachtet wird. Somit agiert praktisch jede Wissenschaft mit ihrem eigenen Umweltbegriff. In jenen Disziplinen, welche von Grund auf interdisziplinär angelegt sind, kann der Terminus daher nicht klar definiert und eng umrissen sein. So unterscheidet man in der Humanökologie unter anderem physiologische oder natürliche (die direkt auf den Organismus wirkenden Faktoren der Außenwelt), ökologische (Beziehungskomplex zwischen Individuum und Umwelt) und psychologische (subjektiv wahrgenommene) Umwelt (Weichhart 2007, 942; Hellbrück, Fischer 1999, 24).

In der archäologischen Praxis wird Umwelt häufig im Sinne der natürlichen, unbelebten (Klima, Boden, Geologie, Wasser, Luft) und belebten (Flora, Fauna) Welt verstanden, die als Realraum um uns herum existiert, in Wechselbeziehung zu uns steht und Subjekt der Umweltarchäologie ist (Dincauze 2000, 3). Der Begriff wird hier also zumeist auf die natürlichen Erscheinungen reduziert und oft im Sinne von „Umgebung" verwendet. Ähnlich wie in der Humanökologie greift dies aber zu kurz. Karl W. Butzer unterscheidet auf den Geografen J. Sonnenfeld aufbauend (Sonnenfeld 1972) vier „Umwelten": geografische (physische Struktur), operationale (die genutzten Ressourcen), modifizierte (durch menschliches Handeln verändert) und wahrgenommene Umwelt (Butzer 1982, 253). Nur was auch tatsächlich wahrgenommen wird, hat auch Einfluss auf das räumliche Verhalten des Menschen. Alexander Gramsch sowie John G. Evans weisen zudem ausdrücklich darauf hin, dass Umwelt auch sozial zu verstehen ist (Gramsch 2003, 44; Evans 2003, 28).

Umwelt ist also ein unpräziser Begriff, der eine vereinnahmende Tendenz hat. Einige Einschränkungen sind ihm jedoch inhärent:

(1) Umwelt ist die Außenwelt des Menschen und als solche im Realraum organisiert; sie kann (muss aber nicht) wahrgenommen werden.

(2) Umwelt bezieht sich immer auf einzelne Individuen oder eine Gruppe und ist daher nicht gleichzusetzen mit „Territorium" und „Natur".

(3) Die Umwelt ist dynamisch; sie ist ständigen Veränderungen unterworfen.

3.4 Landschaft

3.4.1 Geschichte des Begriffes Landschaft

Der Begriff „Landschaft" hat etymologisch betrachtet seit dem Mittelalter mehrere Bedeutungen besessen und wird auch in anderen Sprachräumen – etwa dem Englischen – bis zu einem gewissen Grad unterschiedlich hergeleitet und verstanden. Das deutsche Wort „Landschaft" ist um 830 als althochdeutsches *lantscaf(t)* erstmals nachgewiesen und beschreibt einen aufgrund seiner rechtlichen und sozialen Verhältnisse einheitlichen Landstrich (Amann 1999, 32; Schenk 2001, 617), ist also ein politisch besetzter Begriff. Im Mittelhochdeutschen wird zwischen 1050 und 1350 die Bezeichnung *lantschaft* benutzt, welche nach Christof Amann eigentlich die Bevölkerung selbst bezeichnete und der Bedeutung unseres heutigen Wortes „Landstände" nahekommt (Amann 1999, 31).

Im späten Mittelalter bzw. in der Renaissance wird unter dem Begriff Landschaft die gemalte, zum Teil als ideales Abbild zusammengestellte Darstellung einer Gegend verstanden. Diese Bedeutung entspricht unserem heutigen alltagssprachlichen Verständnis von „Landschaft": eine gepflegte Natur, beschaulich, mit sanftem Relief, welches mit Wäldern, Wiesen und Gewässern überzogen wird und bisweilen aufgrund von Naturkatastrophen bedrohlich wirken kann. Alles, was offensichtlich modernes menschliches Erzeugnis ist, wie Starkstromleitungen, Wolkenkratzer, Baumaschinen etc. wird als landschaftszerstörend beurteilt (Hard 1970). C. Amann bezeichnet diese alltagssprachliche Bedeutung als „Landschaft als ästhetisches Phänomen": „Eine betrachtete Gegend wird dann zur Landschaft, wenn sie so aussieht wie gemalt." (Amann 1999, 32).

Zu Beginn des 20. Jahrhunderts wird die Landschaft zentrales Thema der Geografie. Der alltagssprachliche, ästhetische Begriff wird zu einem realen Objekt (Amann 1999, 32). Alexander von Humboldt gab der Landschaft als „Totalcharakter einer Erdgegend" umfassende Bedeutung, was durch die Aussage, Landschaft sei mehr als die „Summe ihrer Teile" zum Ausdruck gebracht wurde (Schenk 2001, 619). Somit vereinte der Begriff Natur- und Kulturräumliches und wurde zu einem wissenschaftlichen Grundbegriff der Geografie. Dies ermöglichte es der Humangeografie, sich als eigenständige Teildisziplin der Geografie zu behaupten. Da der Begriff auch in der physischen Geografie Verwendung fand, erhielt er eine zentrale Rolle in der geografischen Wissenschaft und garantierte deren Einheit (Wirth 1979, 84).

Die Landschaft wurde auch zu einem wissenschaftlichen Begriff anderer Disziplinen, etwa der Umweltpsychologie. Dennoch war es nicht möglich, den Begriff zufriedenstellend zu definieren. Eine Unzulänglichkeit der meisten geografischen Definitionen sieht Eugen Wirth im Fehlen der Erkenntnis, dass die Landschaft – ähnlich wie der Raum – kein realer Gegenstand, sondern ein Konzept ist (Wirth 1979, 56). Demnach wurde Landschaft in den meisten Definitionen (siehe z. B. Steinhardt et al. 2005, 23 ff.) auf den „Naturraum" reduziert. Die kulturelle Komponente und der ästhetische Gehalt blieben häufig unerwähnt.

Nicht zuletzt aus diesem Grund hatte der Begriff „Landschaft" bereits Ende der 1960er Jahre seine Bedeutung als vereinendes Thema der physischen- und Humangeografie verloren. Der Landschaftsbegriff wurde durch Gerhard Hard (Hard 1970) und Dietrich Bartels (Bartels 1968) dekonstruiert. In seinem Kapitel zum Stichwort „Landschaft" kommt der Humangeograf Winfried Schenk zu folgendem Ergebnis:

„Faßt man die Diskussion um den Landschaftsbegriff zusammen, so ist zu folgern, dass es *die* L.[andschaft] nicht gibt, weshalb es auch nicht *die* Wiss.[enschaft] von der

L.[andschaft] gibt, da jede Disziplin sich eigene L.[andschaft]en konstruiert" (Schenk 2001, 620).

Der Begriff „Landschaft" überlebte vor allem in der Humangeografie als Kulturlandschaft, als „umfassendes Ergebnis menschlichen Handelns" (Knox, Marston 2008, 377). Die Kulturlandschaftsforschung, welche zum Beispiel seit 1974 durch ARKUM, den heutigen Arbeitskreis für historische Kulturlandschaftsforschung in Mitteleuropa betrieben wird (Fehn 2006), stellt hier ein Bindeglied zwischen Human- und Kulturgeografie, historischer Geografie und Siedlungsarchäologie dar.

3.4.2 Landschaft und seine archäologischen Konnotationen

In der archäologischen Literatur fand der Begriff „Landschaft" in den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts vereinzelt Verwendung. Etablieren konnte er sich just zu der Zeit, als er seine Bedeutung in der Geografie verlor. Seitdem wird der Begriff „Landschaft" im Zuge archäologischer Arbeiten immer wieder benutzt. Hier interessiert vor allem die Verwendung im Kontext der Landschaftsarchäologie. Diese formierte sich in Großbritannien seit der Mitte der 1970er Jahre (Fleming 2006, 267). Eine der ersten Publikationen, die den Begriff explizit benutzten, war „Landscape Archaeology: an Introduction to Fieldwork Techniques on post-Roman Landscapes" (Aston, Rowley 1974). Es geht dabei in erster Linie um einen ganzheitlichen Zugang zu einer Archäologie, welche sich über punktuelle Grabungen hinausgehend räumlichen Zusammenhängen menschlicher Hinterlassenschaft widmet. Landschaft wird in diesem Sinne als Archiv vergangener kultureller Äußerungen des Menschen verstanden, als eine von unzähligen Generationen immer wieder aufs Neue beschriebene Urkunde:

"The landscape is a palimpsest on to which each generation inscribes its own impressions and removes some of the marks of earlier generations" (Aston, Rowley 1974, 11).

Vor allem in den ersten Jahrzehnten wollte man durch die Verwendung des Begriffs „Landschaft" zum Ausdruck bringen, dass man die fundstellenbezogene Archäologie hinter sich lassen müsse, deren wichtigste Erkenntnisquellen aus klar abgrenzbaren Siedlungen und Gräberfeldern bestanden. Die benutzten Daten stammen daher nicht nur aus Grabungen, sondern vor allem aus flächigen Prospektionen (etwa extensive Feldbegehungen oder Luftbildauswertungen). Fundstellen sind somit nicht als vor dem landschaftlichen Hintergrund stehende Punkte zu verstehen, sondern in die Landschaft integriert. Die Landschaft hat jedoch die Bedeutung von *Territorium*.

Parallel dazu wurde Landschaft auch im Sinne von *Naturraum* oder *Umwelt* verstanden; am häufigsten geschah dies im Zusammenhang mit der von Julian Haynes Steward begründeten *cultural ecology*, in welcher Landschaft als wichtige Ressource für Nahrung, Kleidung, Baumaterial gesehen wird (Steward 1955, 40 f.). So unterscheidet Lars Larsson im Ystad-Projekt unterschiedliche Landschaften (etwa Wald-, Weide- oder ackerbauliche Landschaft), welche jeweils abgrenzbare Nutzungen umschreiben (Berglund et al. 1991, 54). Eine naturräumlich-umweltbezogene Konnotation zeigen auch viele räumliche, oft GIS-basierte Analysen, etwa wenn es darum geht, Kriterien für die Standortwahl von Siedlungen bzw. Siedlungssystemen zu ermitteln (z. B. Verhagen et al. 1995). All diese Bedeutungen finden sich auch häufig innerhalb der Siedlungsarchäologie des deutschsprachigen Raumes, wo es erst spät zu einer landschaftsarchäologischen Begriffsbestimmung kam (vgl. Gramsch 2003, 43).

Die Gleichsetzung von Landschaft mit dem bereits im 19. Jahrhundert auftauchenden Begriff (vgl. Wirth 1979, 94 f.) *„Kulturlandschaft"* findet sich wohl am häufigsten in der Archäologie, wobei der Inhalt je nach Kontext variiert: So wird, um nur zwei Beispiele zu nennen, Landschaft als „material culture" (Lock, Harris 2000, xvi), oder als „spatial manifestation of the relations between humans and their environment" beschrieben (Crumley, Marquardt 1990, 73).

Auch Eike Gringmuth-Dallmer unterscheidet in seiner Arbeit zur frühgeschichtlichen Entwicklung in der (ehemaligen) DDR zwischen Natur- und Kulturlandschaft, wobei letztere Produkt der „wirtschaftlichen Tätigkeit des Menschen" sei (Gringmuth-Dallmer 1983, 10):

„Die Kulturlandschaft stellt einen Teil der Erdoberfläche dar, auf dem ein Beziehungsgefüge anorganischer, belebter und gesellschaftlicher (anthropogener) Geofaktoren wirkt, wobei der Anteil und die Stärke des Einflusses der anthropogenen Faktoren die Höhe des Entwicklungsstandes dieser Landschaft kennzeichnet" (Gringmuth-Dallmer 1983, 9).

Jens Lünings Artikel „Landschaftsarchäologie in Deutschland – ein Programm", welcher als erster Entwurf des Konzeptes der Landschaftsarchäologie im deutschsprachigen Raum gesehen wird, weist keine nähere Bestimmung des Begriffs „Landschaft" auf. Es geht ihm mehr um die Methode und den empirischen Arbeitsablauf als um grundlegende Definitionen. Wenn Lüning von „Landschaft" spricht, meint er eigentlich „Kulturlandschaft" und beschreibt sie als „Gesamtsystem menschlicher Siedlungen, Wirtschaftsflächen und Verkehrsverbindungen", die mit dem Menschen in Wechselwirkung steht (Lüning 1997, 277 f.). In seiner Arbeit zur Landschafsarchäologie setzt Christoph Schade ebenfalls die Begriffe „Landschaft" und „Kulturlandschaft" gleich und definiert nur Letzteren als „… einen vom Menschen gestalteten und genutzten Teil der Erdoberfläche" (Schade 2000, 156).

Diese Begriffsbestimmungen verstehen „Landschaft“ als physische Beschreibung des Landes, als materielle Seite der durch den Menschen veränderten Natur, die wir durch unsere Sinne wahrnehmen. Die Gleichsetzung dieses Verständnisses von „Kulturlandschaft“ mit „Landschaft“ erscheint jedoch problematisch. Durch die synonyme Verwendung beider Begriffe wird die Landschaftsarchäologie von Gringmuth-Dallmer, Schade und Lüning zu einer Kulturlandschaftsarchäologie, bei der es hauptsächlich um die Aspekte der materiellen Gestalt und ökonomischen Funktion von Landschaft geht. Damit unterscheidet sie sich nicht oder nur unwesentlich von der „Archäologie der prähistorischen Kulturlandschaft“, die Lüning als weit gefasste Version der Siedlungsarchäologie benannte (Lüning 1982, 9). Die Begriffe Siedlungsarchäologie und Landschaftsarchäologie werden damit austauschbar, die Terminologie bleibt unklar und ist somit unbrauchbar (vgl. Meier 2009).

Tina Thurston versucht in ihrer Arbeit zur Eisenzeit Südskandinaviens natur- und kulturwissenschaftliche Ansätze gemeinsam zu verfolgen (Thurston 2001, 30). Sie geht dabei vom empirischen Kulturlandschaftsbegriff aus, lässt sich von diesem jedoch nicht einengen: Landschaft sei ein „artifact of human actions and intentions“ und könne sowohl empirisch als auch humanistisch interpretiert werden. Dadurch ließen sich soziale und politische Perspektiven in eine archäologische Auswertung einbinden – ihr Begriff von Landschaft wird um soziale und kognitive Aspekte erweitert.

In vielen Arbeiten steht Landschaft für ein *holistisches Konzept*. Dies zeigt sich bereits in den 1970er Jahren anhand der *total archaeology*, ein Zugang zur Landschaftsarchäologie, welcher die Nutzung möglichst aller Quellen zur archäologischen Erkenntnisgewinnung fordert (Darvill 2001, 36). In Deutschland hat Alexander Gramsch ein umfassendes Konzept von Landschaft vor Augen und betont vor allem die sozialen und kognitiven Aspekte:

„Landschaft ist also das Ganze, das Plenum, der Kontext, sie lässt sich beschreiben als strukturales Phänomen, geprägt durch die Raum-Struktur, d. h. Dialektik zwischen Ort und Raum als Trägerin von Werten, beides verbunden und abgegrenzt durch den Übergang, die Grenze“ (Gramsch 2003, 49).

Die vom Menschen gestalteten Objekte strukturieren den Raum und prägen die Landschaft. Wichtiger scheint, dass es sich dabei nicht nur um bewusst oder unbewusst hergestellte anthropogene Strukturen handelt (etwa Bauwerke, Feldgrenzen oder Wege), die wir auch heute noch als Relikte einer ehemaligen Kulturlandschaft erkennen können. Auch natürliche Merkmale (etwa ein Berg, ein Wasserfall, ein Baum) können innerhalb einer „kognitiven Raumordnung“ Bedeutung erhalten und zur „Raum-Struktur“ beitragen. Somit hat auch die Landschaft Bedeutung und ist Träger „sozialer Werte“ (Gramsch 2003, 44).

Seit den 1990er Jahren wurde die Landschaft in der Archäologie zum Betätigungsfeld für Postprozessualisten. Landschaft wird dabei allerdings nicht als physisches Objekt, sondern als *gedankliches Konstrukt* gesehen und persönliche, subjektive, hermeneutische oder phänomenologische Zugänge entwickelt. Bei Paul Taçons Beschreibung von „Landschaft“ zeigt sich die Bedeutung der persönlichen Vorstellung:

„Landscape, like „beauty“, is in the mind of the beholder and, as such, varies widely from one personal or cultural perspective to the next. Experience, history, value systems, relationships, circumstance, and individual choices all play a part in how landscapes are seen or described” (Taçon 1999, 34).

Für den Geografen Y.-F. Tuan ist die Landschaft eine Projektion unserer Vorstellungen auf die Umwelt (Tuan 1979, 90, 100). Es wird zwischen Umwelt als: „a given piece of reality that is simply there” und Landschaft als: „an achievement of the mature mind” unterschieden. Diese Ansicht wird von Tim Ingold kritisiert, da demnach Umwelt und Landschaft mit Natur und Kultur austauschbar wären (Ingold 1993, 156). Ingolds Konzept der Landschaft entspricht dem vieler anderer Archäologen vor allem aus dem postprozessualen Lager:

„In short, the landscape is the world as it is known to those who dwell therein, who inhabit its places and journey along the paths connecting them” (Ingold 1993, 156).

In dieser Begriffsbestimmung erscheint die Landschaft praktisch mit der Umwelt gleichgesetzt; dies gesteht auch Ingold selbst ein: “…the distinction between landscape and environment is not easy to draw, and for many purposes they may be treated as practically synonymous” (Ingold 1993, 156). Dennoch erkennt er einen wesentlichen Unterschied zwischen Landschaft und Umwelt: analog zum Menschen entspricht die Umwelt dem funktionalen Organismus, die Landschaft seiner durch den Körper geformten Gestalt. Landschaft ist daher beides: Körper und Gestalt, physisches *Objekt und Vorstellung*.

Auch für Christopher Tilley ist „Landschaft“ mehr als eine ausschließlich immaterielle „mentale Repräsentation“. Landschaft inkorporiert – ähnlich der Definition von Ingold – sowohl die physische Struktur als auch ihre Bedeutungen:

„By ‚landscape’ I want instead to refer to the physical and visual form of the earth as an environment and as a setting in which locales occur and in dialectical relation to which meanings are created, reproduced and transformed“ (Tilley 1994, 25).

Zahlreiche Archäologen (zuletzt Meier 2009) beziehen sich auf die Landschaftsdefinition des Europäischen Landschaftsübereinkommens. Diese lautet in der nicht amtlichen deutschen Übersetzung:

„Ein vom Menschen als solches wahrgenommenes Gebiet, dessen Charakter das Ergebnis des Wirkens und Zusammenwirkens natürlicher und/oder anthropogener Faktoren ist" (Europarat 2000).

Auch in dieser Definition ist Landschaft sowohl ein physisches, räumlich ausgedehntes Gebiet als auch ein durch eine beliebige Person wahrgenommenes, mentales Abbild. Sie kommt dem sehr nahe, was in der hier vorliegenden Arbeit unter „Landschaft" verstanden wird. Dennoch scheinen die Begriffe „Wahrnehmung" und „Person" nicht glücklich gewählt. Sie erlauben nämlich keine Unterscheidung zwischen einer Landschaft und ihrer Repräsentation in Form eines Fotos, einer Karte, eines Gemäldes oder einer virtuellen Welt. Denn auch ein Foto ist ein – wenn auch sehr kleines – Gebiet, das durch Interaktion zwischen Mensch und Natur entstanden ist und von einem Betrachter wahrgenommen wird. Dass dies nicht im Sinne des Europäischen Landschaftsübereinkommens ist, scheint offensichtlich und das hier vorgenommene Gedankenspiel mag als Spitzfindigkeit erscheinen. Dennoch zeigt es eine Unzulänglichkeit auf, welche darauf zurückzuführen ist, dass Landschaft ein räumlicher Begriff ist, jedoch das zugrunde liegende Raumkonzept nicht explizit gemacht wurde.

3.5 Begriffsbestimmung von „Landschaft" und die „archäologische Landschaft"

Raum ist, wie bereits oben gezeigt werden konnte, mehr als ein dreidimensionaler Container für Daten. Raum ist ein Konzept, das Prinzip, in welchem die materiellen Objekte des Alltags existieren, abgebildet oder gedanklich strukturiert werden. Die Konzepte des Real- und Anschauungsraumes entsprechen dabei unserer täglichen existenziellen Erfahrung des räumlichen Seins. Der Anschauungsraum wird durch Orte mit persönlicher oder gesellschaftlicher Bedeutung strukturiert. Die mit den Orten verbundenen Geschichten geben einem Realraum historische Tiefe und soziale Bedeutung. Erst durch Orte wird der Realraum im Anschauungsraum als bedeutungsvolle Landschaft konzipiert. Landschaft ist daher – und das ist das Missverständnis vieler Archäologen – nicht gleichzusetzen mit dem Realraum. Sie ist auch Anschauungsraum.

In diesem Sinne soll nun die für diese Arbeit relevante Begriffsbestimmung von Landschaft zum Ausdruck gebracht werden:

„Landschaft" ist die durch Orte strukturierte Vorstellung vom Inhalt und Wesen des Realraumes an der Erdoberfläche, der von der Natur vorgegeben und durch die Gesellschaft innerhalb eines historischen Prozesses in komplexer Wechselwirkung bewusst oder unbewusst gestaltet wurde. Als solche existiert die Landschaft sowohl physisch, als auch als Konzept ihrer Bewohner: Sie ist Realraum und zugleich auch Anschauungsraum.

Im Vergleich mit der Landschaftsdefinition des Europäischen Landschaftsübereinkommens ergeben sich wesentliche Unterschiede, die im Folgenden erläutert werden sollen:

(1) Zunächst klärt sich durch die Unterscheidung von Realraum, geometrischem Raum und Anschauungsraum das Verhältnis zwischen der Landschaft und ihrer Repräsentation: Landschaft ist eine durch Wahrnehmung und Vorstellung erfolgte Ableitung des Realraumes und hat somit materielle und immaterielle Aspekte. Materiell sind die Struktur des natürlichen Umfeldes sowie die kulturellen, stationären Objekte und Hinterlassenschaften. Diese können erkannt, vermessen, beschreiben und mit Hilfe von Fotos, Karten oder dreidimensionalen digitalen Modellen im geometrischen Raum abgebildet werden. Landschaft kann daher nicht mit ihrer Repräsentation gleichgesetzt beziehungsweise missverstanden werden.

(2) Nach der obigen Begriffsbestimmung impliziert Landschaft auch Begrifflichkeiten, wie Territorium, Naturraum, Umwelt oder der räumlichen Verteilung materieller Hinterlassenschaft. Eine Gleichsetzung von Landschaft mit diesen Termini wäre jedoch eine Reduktion auf das rein Materielle. Wesentlich für das Verständnis von Landschaft sind die immateriellen Aspekte: die mit den materiellen Ausformungen verknüpften Vorstellungen, an denen sich letztendlich das menschliche Handeln und Verhalten orientiert.

(3) Der im Europäischen Landschaftsübereinkommen verwendete Begriff „Wahrnehmung" greift hierbei zumindest für den archäologischen Kontext zu kurz. Wahrnehmung findet nämlich in der Gegenwart statt, wenn etwa topografische Gegebenheiten unter Mitwirkung aller unserer Sinne erfahren werden. Die damit verknüpften Namen, Geschichten oder Erlebnisse erstrecken sich jedoch in die Vergangenheit und sind Teil der *Vorstellung*, die sich im Anschauungsraum abspielen – und zwar in den Anschauungsräumen der in der jeweiligen Landschaft lebenden Personen.

(4) Dies ist ein weiterer wichtiger Unterschied zum Wortlaut des Europäischen Landschaftsübereinkommens, wo ganz allgemein von wahrnehmenden Personen die Rede ist, ohne deren Bezug zur Landschaft zu spezifizieren. Im archäologischen Kontext erscheint es jedoch wichtig, den wahrnehmenden Personenkreis näher zu bestimmen: Eine Landschaft ist, wie oben ausgeführt, durch Orte strukturiert, die wiederum als Landmarken für die räumliche Fort-

bewegung und als Bezugspunkte für die Formung sozialer Identität fungieren. Ihre Bedeutung ist somit nur den Bewohnern (dwellers – vgl. Ingold 2000, 189) direkt zugänglich. Nur sie haben das Insider-Wissen zu räumlichen Verhältnissen. Der Mensch ist somit Teil seiner Landschaft, er ist Insider. Landschaften werden daher, wie Heiko Steuer (Steuer 2001, 631) formuliert „… von den sie *bewohnenden Menschen* inszeniert und konstruiert …" (Hervorhebung durch den Autor).

3.5.1 Natur-, Kultur- und die archäologische Landschaft

Nach dieser Erläuterung muss noch geklärt werden, ob beziehungsweise inwiefern sich der hier verwendete Landschaftsbegriff vom so häufig benutzten Konzept einer Kulturlandschaft unterscheidet. Ausgangspunkt zur Beantwortung dieser Frage ist ein erkenntnistheoretisches Problem, welches sich dem Landschaftsarchäologen stellt: Landschaft hat immer einen Gegenwartsbezug, da ihre Bedeutung nur dem Bewohner direkt zugänglich ist. Der Archäologe selbst ist nicht mehr Teil der von ihm untersuchten, vergangenen Landschaft. Er ist als Outsider konfrontiert mit einer modernen, ihm mehr oder weniger zugänglichen, sich ständig verändernden Landschaft.

Meist versucht man diesem Problem zu begegnen, indem man zunächst die fragmentarisch überlieferte materielle Hinterlassenschaft herausfiltert und der physischen Struktur gegenübergestellt: Kultur und Natur werden getrennt und in einer Kultur- beziehungsweise Naturlandschaft separat dargestellt. Natur wird häufig als alles, was ohne Einfluss des Menschen entsteht, gesehen (Mittelstrass 1995c, 961). Folglich beinhaltet eine Naturlandschaft – in einem archäologischen Kontext – die physische Struktur der Landschaft, also Lithosphäre, Biosphäre, Hydrosphäre und Atmosphäre. Die Kulturlandschaft ist dagegen materieller Gedächtnisspeicher oder „objektivierter Geist" (Schwind 1951). Sie ist ein „charakteristisches und materialisiertes Ergebnis der komplexen Wechselwirkungen zwischen einer sozialen Gruppe … und der natürlichen Umwelt" (Knox, Marston 2008, 319).

Diese Charakterisierung des Begriffs „Kulturlandschaft" als manifestierte Wechselwirkung zwischen Natur und Kultur impliziert aber, dass Natur und Kultur in dialektischer Verbindung stehen und nicht unabhängig voneinander existieren. Die Natur setzt uns Grenzen und gibt uns Möglichkeiten zur Erlernung von Fertigkeiten im Rahmen unseres kulturellen Schaffens (vgl. Ingold 2000, 5), das sich wiederum auf die Natur auswirkt und einen Wandel, d. h. veränderte Grenzen und Möglichkeiten, herbeiführt. Gesellschaften entwickeln ein Verhältnis zur Natur, dessen Ausprägungen sehr stark variiert (z. B. Natur als Gefahr, unwägbares Risiko, Ressource, Untertan, Mutter, Teil von uns selbst, Erholungsraum, schützenswertes Objekt). Auch innerhalb unserer eigenen Gesellschaft hat sich die Beziehung zur Natur in den letzten Jahrhunderten zum Teil stark verändert (Hellbrück, Fischer 1999, 251 f.). Es besteht also eine Wechselwirkung, zwischen Natur und Kultur. Natur und Kultur stehen nicht als zwei getrennte Einheiten nebeneinender, sondern können als zwei Systeme betrachtet werden, welche über Vermittlung des Menschen sich gegenseitig beeinflussen und verändern (vgl. Sieferle 1997a, 51). Theodore R. Schatzki sieht Natur, Gesellschaft und Technologie als eine Dreiheit, welche integrative Bestandteile des sozialen Lebens sind und sich gegenseitig beeinflussen (Schatzki 2003). Beide Positionen erscheinen auch im Sinne der Landschaftsarchäologie sinnvoll, zumal die Konzepte von Natur und Kultur nicht allgemeingültig sind.

Wir können nicht davon ausgehen, dass prähistorische Menschen diese Durchdringung von Natur und Kultur oder Natur, Gesellschaft und Technologie auflösten. Vielmehr werden natürliche Merkmale vom Menschen häufig in ihre kulturellen Vorstellungen mit einbezogen, erhalten Bedeutung und tragen damit zur sozialen Strukturierung des Raumes bei (vgl. Bradley 2000). Die Landschaft birgt also natürliche und kulturelle Aspekte, die in unterschiedlichem Ausmaß in Erscheinung treten. Diese sind schwer voneinander zu trennen, da sie nicht unabhängig nebeneinander existieren, sondern sich gegenseitig beeinflussen. Die Verwendung des Begriffes Kulturlandschaft oder die Gleichsetzung von Landschaft mit Kulturlandschaft verdeckt jedoch die Sicht auf diese Durchdringung und ist daher nicht zielführend. Deshalb ist nach Meinung mancher Autoren die Verwendung von Kategorien wie Natur- und Kulturlandschaft in prähistorischen Studien zu hinterfragen (z. B. Gramsch 2003, 41).

Für analytische Zwecke innerhalb einer Landschaftsarchäologie eignet sich der Term „archäologische Landschaft" besser. Der Begriff scheint verschiedentlich in der archäologischen Literatur auf und wurde von Jaromir Beneš und Marec Zvelebil als „… past surface within a defined span of time, which is subject to antecedant features and successive modifications" definiert (Beneš, Zvelebil 1999, 75). Sie haben dabei einen für die jeweilige Fragestellung bestimmten vergangenen Zustand der Erdoberfläche im Sinn. Die Verwendung des Begriffes „past surface" soll betonen, dass nicht nur Fundstellen als „concentrated residues of human activity", sondern die gesamte ehemalige Oberfläche Teil der archäologischen Landschaft ist. Dieses Konzept ist im Rahmen landschaftsarchäologischer Forschung aus zweierlei Gründen nicht praktikabel: Einerseits konzentriert man sich ausschließlich auf die menschliche Hinterlassenschaft;

die zeitgleiche Umwelt bleibt unberücksichtigt. Andererseits ist es unmöglich, einen beliebigen vergangenen Gesamtzustand des Realraums zu rekonstruieren.

Michael P. Heilen, Michael B. Schiffer und Jefferson Reid definieren die archäologische Landschaft als: „arrays of archaeological materials – artifacts, features, deposits, and sites" (Heilen, Schiffer, Reid 2008, 602). Abgesehen von der unklaren Terminologie (was unterscheidet „deposition", „feature" und „site"?) wird auch hier die Umwelt ihrer Rolle nicht gerecht: Physische und kulturelle Struktur gehören gerade in der Landschaftsarchäologie untrennbar zusammen. Auch wenn auf analytischer Ebene eine Trennung sinnvoll erscheint, so ist es nicht zielführend, die Natur aus der Definition einer archäologischen Landschaft auszuschließen. Deshalb wird im Folgenden die archäologische Landschaft begrifflich bestimmt als:

Die heute noch erkennbaren und rekonstruierbaren Relikte physischer und kultureller Struktur, welche den Realraum vergangener Landschaften bildeten, und die von jeweiligem archäologischen Interesse sind.

Dadurch werden die Konzepte von Natur- und Kulturlandschaft vereint und auf die den Archäologen interessierende Vergangenheit bezogen. Die archäologische Landschaft beinhaltet sowohl physische als auch kulturelle Strukturen, vermeidet jedoch die Begrifflichkeiten damit verbundener Natur- oder Kulturlandschaften. Dadurch erhalten alte Flussläufe, Erosionen, Überschwemmungssedimente oder markante Formationen ebenso Bedeutung als Teil einer archäologischen Landschaft, wie ehemalige Siedlungen, Bestattungsplätze, Flursysteme oder Kommunikationswege.

Die archäologische Landschaft ist immer auch Grundlage und Teil der heutigen Landschaft, als Teile ehemaliger Landschaften jedoch dem Archäologen nur noch bedingt zugänglich, und zwar in zweierlei Hinsicht: aufgrund ihrer fragmentarischen Überlieferung, und aufgrund der Tatsache, dass archäologische Landschaften nicht nur von Wissenschaftlern heute unterschiedlich interpretiert werden, sondern auch in der Vergangenheit verschiedene unterschiedliche Bedeutungen hatten.

Eine „archäologische Landschaft" ist somit wie die „Landschaft" ebenfalls zugleich Realraum und Anschauungsraum: die als archäologisch von Interesse erkannten Strukturen sind als „objektivierter Geist" im Sinne Schwinds zu verstehen und zu interpretieren: In ihr offenbaren sich Intentionen aber auch ungewollte Konsequenzen unzähliger individueller Handlungen ihrer Bewohner.

Im Zuge der Beschäftigung mit einer archäologischen Landschaft werden vom Archäologen Fundstellen oder Aktivitätszonen definiert und im geometrischen Raum dokumentiert und als Orte kartiert, die erneut eine vom Archäologen interpretierte Bedeutung erlangen. Zusammenhänge werden erkannt, beschrieben und kausal erklärt. Dadurch lassen sich im besten Fall Rückschlüsse auf die Intentionen ihrer vergangenen Bewohner ziehen. In Summe wird der Archäologe selbst im übertragenen Sinn zum wissenschaftlichen „Bewohner" *seiner* archäologischen Landschaft. Die Betonung von „seiner" erscheint wichtig, da hier auch die Schwierigkeit der Interpretation aufgezeigt wird: Es ist praktisch unmöglich, sein „intellektuelles Gepäck" abzuwerfen und sich völlig objektiv und unvoreingenommen der Interpretation ehemaliger Landschaften zuzuwenden. Deshalb muss sich der Archäologe wissenschaftlicher Grundregeln, wie begründete Aussagen, widerspruchsfreie Schlussfolgerungen und intersubjektive Nachvollziehbarkeit bedienen.

4. Landschaft und Archäologie – Methoden und Konzepte im historischen Vergleich

Wie bereits in einem vorherigen Kapitel gezeigt werden konnte, wurde und wird der Begriff „Landschaft" in der Archäologie unterschiedlich verstanden und verwendet. Ganz ähnlich verhält es sich mit der auf diesem Begriff basierenden Landschaftsarchäologie. Die enorme Bandbreite an Ideen, welche heute unter Landschaftsarchäologie subsumiert werden, zeigen die 154 Abstracts der im Jänner 2010 abgehaltenen „1st Landscape Archaeology Conference" in Amsterdam (LAC2010 2010). Deren Thematik reichte von rein geoarchäologischen Fragestellungen, über Mensch-Umwelt-Interaktionen, Archäoprognosen, bis zu immateriellen Landschaften. Vergleichbar unterschiedliche Aspekte würden sich auch bei Tagungen zu Siedlungsarchäologie, Geoarchäologie oder Umweltarchäologie finden.

Um diese scheinbare Beliebigkeit der Begriffe auflösen zu können, muss man die jeweilige Stellung von Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie innerhalb der räumlichen Archäologie herausarbeiten. Dabei scheinen die regional unterschiedlichen Lehr- und Forschungslandschaften und ihre wissenschaftstheoretischen Traditionen eine wichtige Rolle zu spielen. Es lohnt sich daher, einen Blick auf die historische Entwicklung räumlicher Archäologie zu werfen. In diesem Kapitel wird daher der Frage nachgegangen, wie die Konzepte von „Raum" und „Landschaft" seit dem Ende des 19. Jahrhunderts innerhalb der Archäologie umgesetzt wurden, und unter welchen Bedingungen sich daraus eine Landschaftsarchäologie entwickeln konnte. Der Fokus liegt dabei auf dem deutschsprachigen Mitteleuropäischen Raum, dessen Entwicklungen jenen in Großbritannien und Nordamerika gegenübergestellt werden. Die Entwicklung der Landschaftsarchäologie im mediterranen Raum, der hier weitgehend unberücksichtigt bleibt, wurde zuletzt zusammenfassend von Marina Gkiasta vorgestellt (Gkiasta 2008, 11–39).

4.1 Anthropogeografie und der Beginn einer räumlichen Archäologie

Im ausgehenden 19. Jahrhundert fanden sich in verschiedenen Ländern erste interdisziplinäre Ansätze aus Archäologie, Geografie, Geologie oder Biologie, wie bei der Erforschung steinzeitlicher Muschelhaufen (*køkkenmødding – kitchen middens*) in Dänemark (Fabech et al. 1999, 15). Aufgrund der beteiligten Disziplinen konnten neue Forschungsfragen gestellt werden, wobei der Schwerpunkt des Interesses auf der Bestimmung von für eine Besiedlung verantwortlichen Einflussfaktoren lag. Dieses Interesse geht auf Alexander von Humboldt (1769–1859) zurück, der sich Ende des 18. Jahrhunderts in seiner berühmten Südamerikareise eine holistische Erfassung der Wechselwirkungen zwischen physischer Umwelt, Pflanzen- und Tierwelt sowie des Menschen zum Ziel gesetzt hatte (Gebhart et al. 2007, 45). Dieser Tradition folgend formierte sich in Österreich und Deutschland eine anthropogeografische Schule (heute als Humangeografie bezeichnet), welche rund um ihre Protagonisten Friedrich Ratzel, Otto Schlüter und Robert Gradmann, neben der physischen Geografie durch die Einbeziehung des Menschen in ihre Untersuchungen diesen zweiten Schwerpunkt weiterentwickelten. Obwohl deren Vertreter in erster Linie Geografen waren, hatten ihre von Positivismus und Darwinismus geprägten ökodeterministischen Konzepte und Methoden zur Untersuchung der räumlichen Beziehungen zwischen menschlichem Handeln und natürlichen Gegebenheiten großen Einfluss auf die internationale prähistorische Forschung (Schier 1990, 10): So markiert die Einführung der Verbreitungskarte durch die deutsche anthropogeografische Schule (Clarke 1977b, 2) eine Phase, in welcher man begann, die Bedeutung des geometrischen Raumes für die Erforschung archäologischer Fragestellungen zu erkennen.

Die Anfänge unserer heutigen Siedlungs-, Umwelt- oder Landschaftsarchäologie des deutschsprachigen Raumes muss man in diesen anthropogeografischen Ansätzen sehen. Immerhin ist unser heutiges Verständnis räumlicher Verteilung menschlicher Hinterlassenschaft noch immer zum großen Teil von deren mittlerweile über 100 Jahre zurückliegenden Fragestellungen und Erklärungsansätzen geprägt. Siedlungsverteilungen zum Beispiel wurden und werden noch immer anhand von Bodentyp oder anderer umweltrelevanter Faktoren erklärt (z. B.: Wolff 1913; Wahle 1921; Gradmann 1933; Müller-Perband 1977; Müller 1980; Ostritz 1991; Simons 1989; Valde-Nowak 2002; Ramminger 2003). Darüber hinaus hat die in dieser Tradition stehende Landeskunde (Länderkunde) einen nicht unwesentlichen Einfluss auf spätere Protagonisten der deutschen Siedlungsarchäologie (Bintliff 2008, 158f.). Durch Alfred Hettner begründet (Ehlers 2008, 217), soll sie „Landschaft und Länder in ihrer spezifischen Einmaligkeit und Unverwechselbarkeit – in ihrem „Wesen" – zum Erkenntnisobjekt und -ziel der wissenschaftlichen Geographie" machen (Hettner 1927, 125). In einer umfassenden Betrachtungsweise der wechselseitigen Beziehung zwischen Mensch und Umwelt und der darin liegenden Dynamik werden gesellschaftliche Entwicklungen und Eigenheiten dargestellt und erklärt. Der Mensch adaptiert sich mit seiner Gesellschaft an die teilweise speziellen Bedingungen ihrer Siedlungsräume (z.B. Mittelmeerraum: Lehmann 1939; Philippson 1950-59; Kirsten et al. 1956).

Auch wenn die Fragestellungen der frühen Anthropogeografie einen starken ökologischen Bezug aufweisen, mündeten sie auf archäologischer Seite zunächst in eine Siedlungsarchäologie, welche sich vor allem in Mitteleuropa zum bestimmenden räumlichen Ansatz archäologischer Untersuchungen etablierte (zur detaillierten historischen Entwicklung siehe v. a.: Brather 2006; Gramsch 2003; Schier 1990). Der Begriff „Siedlungsarchäologie" beziehungsweise „siedlungsarchäologische Methode" wurde jedoch zunächst von Gustav Kossinna (Kossinna 1911) „okkupiert" (Jankuhn 1977, 6). Sein Konzept hat allerdings nichts mit unserer heutigen Siedlungsarchäologie gemein und ist treffender als „ethnographische Methode" (Blume 1912, 1) oder „Stammeskunde" (Jankuhn 1977, 4) zu bezeichnen. Immerhin wurden durch Kossinna die Möglichkeiten des geometrischen Raumes für die Interpretation räumlicher Verteilung materieller Hinterlassenschaft geweckt (Gramsch 2003, 36), indem er Kulturprovinzen anhand der Kartierung von Grab- und Hortfunden abgrenzte.

Die ökodeterministisch motivierte Anthropogeografie des deutschsprachigen Raumes wurde in den 1920ern und 1930ern von O.G.S. Crawford und anderen Archäologen wie W.G. Clark, J.P. Williams-Freeman, H. Fleure, W.E. Whitehouse und Cyril Fox aufgenommen und weiter entwickelt (Trigger 2006, 318). Hamish Forbes betont vor allem die Rolle von Cyril Fox als Wegbereiter der späteren Landschaftsarchäologie (Forbes 2007, 10 f.): Durch Vergleich von Siedlungsverteilung und Bodenart konnte Fox gemeinsam mit Whitehouse erst eine verhältnismäßig späte Nutzung der schweren Böden Zentralenglands im Laufe der Metallzeiten feststellen. Somit erklärten sie eine Veränderung des Siedlungsverhaltens funktionalistisch aufgrund technologischen Fortschritts (Trigger 2006, 318).

4.2 Beginnende Prospektion und Field Archaeology

In dieser Anfangsphase räumlicher Archäologie konzentrierte man sich vor allem darauf, *Besiedlungs*räume zu erkennen, abzugrenzen und aufgrund geografischer Faktoren zu erklären. Dafür war die Kenntnis sämtlicher materieller Hinterlassenschaft notwendig. Erste Inventare von Geländedenkmälern (v. a. Grabhügel) wurden in Deutschland in vielen Fällen noch vor dem Ersten Weltkrieg auf eine Initiative von Rudolf Virchow in Angriff genommen (Gramsch 2003, 35 f.). In dieser Zeit nutzte man andernorts bereits Luftbilder zur Dokumentation von an der Oberfläche erhaltenen Fundstellen: So wurden auf Initiative des deutschen Archäologen Theodor Wiegand, der seit 1916 die Führung des deutsch-türkischen Denkmalschutzkommandos innehatte, zahlreiche Ruinen in der Negev-Wüste und auf der Sinaihalbinsel von der deutschen Luftwaffe fotografiert (Wiegand 1920).

Die dadurch erlangten methodischen Erkenntnisse fanden jedoch zunächst keine Anwendung in Deutschland selbst. Dort konzentrierte man sich seit dem Ende der 1920er Jahre vor allem auf zwei Bereiche: systematische, vor allem auf Begehungen basierende archäologische Landesaufnahmen und großflächige Ausgrabungen. Die regionale Erfassung von archäologischen Fundstellen war mit dem heute wohl sehr optimistisch erscheinenden Gedanken verbunden, die gesamte prähistorische materielle Hinterlassenschaft eines Areals „restlos" zu erfassen und bearbeiten (Tode 1928, 11).

Dadurch konnte man vor allem (wenn auch nicht ausschließlich) Informationen zu Bestattungen (vor allem noch im Geländerelief erhaltenen Hügelgräbern), Siedlungen und Depots gewinnen. In Dänemark zeigten sich ähnliche Trends, wenn auch in unterschiedlicher Konzeption: Während Therkel Mathiassen eine eher ökodeterministisch geprägte Siedlungsarchäologie verfolgte, bemühte sich vor allem Gudmund Hatt um eine Inventarisation vor allem der im Geländerelief noch sichtbaren Reste vergangener Land-

schaften, wobei er auch Überreste ehemaliger Flursysteme miteinbezog (Fabech et al. 1999, 16).

In diesem Zusammenhang erscheint auch die frühe Anwendung der chemischen Prospektion erwähnenswert: Während der 1930er Jahre wurden im schwedischen Scania durch O. Arrhenius eine halbe Million Phosphatwerte innerhalb eines Rasters mit 100 m Punktabstand gemessen. Diese Arbeiten waren zwar nicht ursprünglich archäologisch motiviert, ein Zusammenhang zwischen erhöhten Phosphatwerten und ehemaligen Siedlungen war jedoch bereits bekannt und wurde von Arrhenius auch explizit erwähnt (Thurston 2001, 186).

Diese beginnenden Ansätze von Prospektion wurden im Konzept der *field archaeology* systematisiert. Crawford nennt J.P. Williams-Freeman als dessen „Erfinder". Bei der *field archaeology* ging es zunächst um die archäologische Quellengewinnung durch Begehungen. Archäologische Ausgrabungen sind explizit nicht Teil der *field archaeology*:

„… the field archaeologist is one who walks over the country observing and recording the remains of the past that are visible on the surface or are indicated by superficial remains such as potsherds, flints, soil-discolouration or the growth of crops. Field archaeology thus does not cover excavation" (Crawford 1953, 36).

Crawfords Arbeiten zur *field archaeology*, beeinflussten den Landschaftshistoriker William George Hoskins (Bowden 2001, 41), dessen Publikationen „Devon" (Hoskins 1954) und „The Making of the English Landscape" (Hoskins 1955) ihrerseits prägend für die Entwicklung der Landschaftsarchäologie waren (Johnson 2007, 38). So versuchte die etwas später entstandene frühe Landschaftsarchäologie ein Bindeglied zwischen Hoskins *landscape history* und der *field archaeology* Crawfords zu sein.

Crawfords wichtigster Beitrag war es jedoch, bereits früh den Wert von Luftbildern für die archäologische Forschung erkannt zu haben. Er gilt als Begründer der Luftbildarchäologie. Die Benutzung der Vogelperspektive zur Dokumentation archäologischer Stätten war freilich nichts Neues: Vereinzelte archäologische Fundorte waren bereits im ausgehenden 19. Jahrhundert von Ballons aus fotografiert worden (Piccarreta 2003, 68; Wilson 2000, 17). Das volle Potenzial konnte jedoch erst mit dem Einsatz von Flugzeugen und einer entsprechend weiterentwickelten Technik der Luftbildherstellung im Zuge des Ersten Weltkrieges und danach ausgeschöpft werden (Bewley 1997, 13). Pioniere wie Theodor Wiegand, G.A. Beazeley, C. Schuchart und später Père Antoine Poidebard hatten vor allem im Nahen Osten und Nordafrika gezielt archäologische Fundstellen aus der Luft dokumentiert.

Das Verdienst Crawfords war in erster Linie, die Methodik der Luftbildarchäologie zu systematisieren und sie für die gezielte Erforschung von ganzen Landstrichen in England einzusetzen. Durch Williams-Freeman bekam er Zugang zu den ersten Luftbildern, die im Raum Hampshire über große Gebiete ehemalige Flursysteme, sogenannte *celtic fields* zeigten (Crawford 1953, 46). Die darauf folgende Publikation „Air Survey and Archaeology" (Crawford 1924) im Jahr 1924 wird auch heute noch als Meilenstein in der Luftbildarchäologie angesehen. Gemeinsam mit Alexander Keiller führte er die erste systematische Befliegung über Wessex unter Verwendung eines gecharterten Flugzeugs durch (Crawford, Keiller, A. 1928; Crawford 1953, 46). Wichtig erscheint auch sein Verständnis für die Notwendigkeit, archäologisch relevante Luftbildinhalte auf Karten zu übertragen und somit für weitergehende archäologische Fragestellungen zugänglich zu machen.

Um das Jahr 1930 begann der von den Arbeiten Crawfords beeinflusste Major G.W.G. Allen Luftbilder im Raum von Oxford herzustellen (Crawford 1953, 46; Allen 1984). Die luftbildarchäologischen Pioniere Großbritanniens konnten in diesen ersten Jahrzehnten zahlreiche Fundstellen entdecken, die vom Boden aus nicht sichtbar gewesen wären, und was wichtiger ist: Über das Luftbild war es auch möglich, archäologisch relevante Merkmale der Landschaft, wie etwa Flursysteme oder alte Flussläufe zu identifizieren. In Crawfords 1953 erschienener Arbeit zur Feldarchäologie finden Straßen, Fluren, industrielle Spuren oder lineare Erdwerke denselben Stellenwert wie Siedlungen oder Bestattungen (Crawford 1953).

In Deutschland wurde trotz systematischer Aktivitäten zur (nicht-archäologischen) Luftbildherstellung überraschenderweise kaum luftbildarchäologisch geforscht. Erst seit 1935 „wurde die Verwendung der Luftbilder für die Aufgaben der Archäologie umfassender und planmäßiger vorgenommen" (Ewald 1938, 19), und zwar durch die Unterstützung der Luftwaffe. Durch einen Erlass vom 11. Februar 1937 regte man offiziell an, „die Luftbildaufnahme in den Dienst der Bodendenkmalpflege zu stellen" (Ewald 1938, 19). Durch den Ausbruch des 2. Weltkrieges sollte dies jedoch noch auf sich warten lassen.

4.3 Raum in der prozessualen Archäologie

Nach dem Zweiten Weltkrieg war es in Amerika vor allem seit den frühen 1960er Jahren durch den Einfluss der neo-evolutionistischen Anthropologie, zur Ausformung der New Archaeology (etwas später auch prozessuale Archäologie oder Prozessualismus genannt) gekommen. Diese verstand sich als dezidierte Gegenreaktion zur bis dato vorherrschenden kulturhistorischen amerikanischen Archäo-

logie und verbreitete sich etwas verzögert auch in Großbritannien, bzw. wurde dort unabhängig durch David Clark konzipiert (Trigger 2006, 386, 393 f., 430). Erkenntnistheoretischer Zugang war nun der Positivismus, Objektivität und Nachvollziehbarkeit wurden zur wissenschaftlichen Grundregel archäologischer Forschung. Eine Kultur definierte sich nun nicht mehr – wie in der kulturhistorischen Archäologie – als eine räumliche Verteilung von Artefakten, sondern wurde als System konzipiert. Dieses funktioniert auf Basis des von der Natur vorgegebenen Hintergrundes: Kultur wird zur adaptiven Reaktion auf die jeweiligen Umweltbedingungen (Bernbeck 1997, 42), ökodeterministische Analysen können daher kulturelle Ausprägung und Wandel erklären.

Ein wichtiger Impuls kam von der Systemtheorie der *Cambridge School of New Geography* (Clarke 1977b, 2). Von ihr wurden Modelle und räumlich-statistische Analysemethoden (*spatial analysis*) übernommen. Diese wurden Grundlage für eine „räumliche Archäologie" (*spatial archaeology*), zu deren bis heute gültigen Standardwerken die von Ian Hodder und Clive Orton verfasste „*Spatial analysis in archaeology*" (Hodder, Orton 1976) zählt. Viele der räumlich-statistischen Methoden und theoretischen Modelle werden noch heute in zahlreichen siedlungs- und landschaftsarchäologischen Arbeiten (man möchte fast sagen: standardmäßig) verwendet – auch wenn diese Arbeiten unter dem Einfluss anderer archäologischer Paradigmen stehen.

Der Raum erhielt somit verstärkt Bedeutung. Konzeptualisiert war er als absoluter Raum, der im Sinne eines „dreidimensionalen Objektes" gegeben ist, und als Schauplatz von ablaufenden Prozessen objektiv vermessen und in kartesischen Darstellungen abgebildet werden kann (vgl. Conolly, Lake 2006, 3). Die traditionelle Verbreitungskarte wurde als Punktmuster abstrahiert, deren Regelabstände sich gegebenenfalls statistisch nachweisen lassen, und die anhand von Modellen oder Regressionskurven analysiert werden können. Thiessen Polygone und Umfeldanalyse bereichern die Siedlung als Fundpunkt um einen räumlichen Kontext.

4.3.1 Siedlungsarchäologie

Bereits in den 1930er Jahren hatte sich der amerikanische Ethnologe Julian Steward für ein verstärktes Erforschen von kulturellem Wandel durch Analyse von Siedlungsmustern ausgesprochen (Steward, Setzler 1938, zitiert nach Trigger 2006, 372). Es war jedoch Gordon R. Willey, der in den 1950er Jahren mit seinen funktionalistischen Studien im peruanischen Virú Valley (siehe auch S. 34), welcher eine Welle von siedlungsarchäologischen Studien am amerikanischen Kontinent auslöste (Trigger 1967, 149). Auch wenn die Siedlungsarchäologie die Analyse von Gebäuden und Siedlungen selbst zum Ziel hatte (vgl. die Definition in Trigger 1967, 150), waren Siedlungsmuster das zentrale Thema (Fish 1999; Billman 1999; Hodder, Orton 1976; Clarke 1977a).

Im kontinentalen Europa und hier vor allem im deutschen Sprachraum war die räumliche Archäologie ebenfalls von der Siedlungsarchäologie dominiert (u. a. Stjernquist 1978, 237; Fabech et al. 1999, 14; Barford 2001, 19). Im Unterschied zur angloamerikanischen Archäologie blieb das kulturhistorische Denken weiterhin unumstritten (Müller 2003, 28; Barford 2001, 19). Im deutschsprachigen Raum, aber auch im Großteil Osteuropas fanden theoretisch fundierte Diskussionen so gut wie nicht statt (Suhr 2006, 99; Bernbeck 1997, 33; Trigger 2006, 258; Wolfram 2000, 184 ff.). In anderen Ländern, wie zum Beispiel in Tschechien wurden jedoch theoretische und methodologische Konzepte des Prozessualismus übernommen (z. B. Neustupný 1998a).

Arbeiten in der Tradition der Landeskunde finden sich zum Beispiel bei Georg Kossacks Arbeiten zu Sylt (Kossack 1974). Spätestens seit den einführenden Arbeiten Herbert Jankuhns (Jankuhn 1977), welche einen großen Einfluss auf die Entwicklung der Siedlungsarchäologie in Europa hatten (z. B. Stjernquist 1978, 237; Fabech et al. 1999, 14; Barford 2001, 19), werden mit der Erforschung von „Ansiedlung" und „Besiedlung" zwei Zugänge unterschieden (vgl. aber auch Stjernquist 1978, 239). Jens Lüning bezeichnete diese wenig später als „Archäologie der Wohnsiedlungen" und „Archäologie der prähistorischen Kulturlandschaft" (Lüning 1982, 9). Der Zugang zum Quellenmaterial, welches hauptsächlich Artefakte von unsystematischen Aufsammlungen, Feldbegehungen und Ausgrabungen beinhaltete, war kulturhistorisch bestimmt. Naturwissenschaftliche Untersuchungen spielten schon seit Langem eine wichtige Rolle (Brather 2006, 60), was mit dazu beitrug, dass sich die Umweltarchäologie im deutschsprachigen Raum kaum etablieren konnte (vgl. Meier 2009, 709).

Vor allem seit den späten 1980er Jahren beziehen viele deutschsprachige siedlungsarchäologische Arbeiten verstärkt Räume in die Fragestellungen und Auswertungen mit ein und verwenden dabei Methoden und Modelle der prozessualen Archäologie, ohne deren theoretischen Ansatz zu übernehmen. Dabei ergibt sich jedoch ein Maßstabsproblem, welches im Teil 5 dieser Arbeit noch konkret angesprochen wird: Angesichts der aus den Landesaufnahmen vorhandenen großräumigen Daten, die zumeist nur in sehr generalisierten Maßstäben (zwischen 1:50.000 und 1:500.000) zur Verfügung stehen, kann eine auf die archäologische Fundstelle abzielende Auswertung nur zu ökodeterministisch motivierten groben Verallgemeinerungen füh-

ren. Eine für diese Denkweise typische Arbeit war Burchard Sielmanns (Sielmann 1971a) Auswertung bandkeramischer Siedlungen in Südwestdeutschland, welche bisweilen heftig kritisiert wurde (Linke 1976; Sabel 1983).

Das große Maßstabsspektrum von der Siedlung hin zu Siedlungsprovinzen sowie die thematische Bandbreite, welche ökonomische und ökologische Fragestellungen inkludierte, unterstreichen die Dominanz der Siedlungsarchäologie als räumliche Forschungsrichtung im deutschsprachigen Raum. Sie integrierte bereits früh Themen und Fragestellungen der erst später in dieser Zeit entstehenden Umwelt- und Landschaftsarchäologie.

4.3.2 Die Entstehung der Umweltarchäologie

Die anthropogeografischen Fragestellungen sowie die eingangs erwähnten interdisziplinären Untersuchungen (siehe S. 29) trugen zwar deutlich umweltarchäologische Züge, wurden jedoch zunächst innerhalb einer Siedlungsarchäologie untersucht. Der Begriff „Umweltarchäologie" (*environmental archaeology*) wurde erst im Laufe der 1950er Jahre verwendet, als man begann, naturwissenschaftliche Methoden konsequent in die archäologische Forschung einzubinden. Archäologisch durchsetzen konnte sich diese Forschungsrichtung (zu deren historischer Entwicklung siehe Evans 2003, 1 ff.) erst im Verlaufe der 1960er Jahre, als sie fester Bestandteil zahlreicher Projekte geworden war (Wilkinson, Stevens 2003, 18 ff.).

In Mitteleuropa wurden umweltarchäologische Aspekte zunächst in großflächigen Ausgrabungsprojekten integriert. Beispiele dafür sind Feddersen Wierde (u. a. Haarnagel 1979), die Feuchtbodensiedlungen am Bodensee (u. a. Schlichtherle 1990) oder die großflächigen Grabungen auf der Aldenhovener Platte, welche im Zuge des Braunkohleabbaus zwischen 1971 bis 1981 stattfanden (Lüning 1991; Stehli 1989). Spätere Anwendungen sind so zahlreich, dass sich eine detailliertere Auflistung erübrigt. Erwähnenswert sind hier zumindest die österreichischen Arbeiten im Zuge des Forschungsschwerpunktes „Neue Wege der Frühgeschichtsforschung" (Friesinger 1988, 233; Friesinger et al. 1993), die letztendlich zur Gründung des interdisziplinär ausgerichteten *Vienna Institute for Archaeological Science* (VIAS) geführt hat (Friesinger 2004, 321 ff.), sowie die langjährigen Forschungen von Erzsébet Jerem in Ungarn (Suhr 2006, 106–110).

Der umweltarchäologische Zugang ist in erster Linie interdisziplinär und bedarf einer entsprechend fundierten Kommunikation, nicht zuletzt aufgrund der wissenschaftstheoretischen Unterschiede zwischen Natur- und Geisteswissenschaften. Diese Gesprächsbasis war vor allem in den ersten Jahrzehnten nur ansatzweise gegeben. Der heute noch gängige Ausdruck „Hilfswissenschaften" beschreibt das ungenügende Verständnis zahlreicher Archäologen bezüglich interdisziplinärer Notwendigkeiten allzu deutlich (siehe auch Schade 2000, 140; Lüning 1997, 281): In Art einer Blackbox verwandelten die „Hilfswissenschaften" archäologische Proben in objektive Fakten. Diese galt es umfassend zu sammeln, damit sie die archäologischen Annahmen objektivierend unterstützten. Eine kritische Auseinandersetzung mit methodischen Fragestellungen und unterschiedlichen Deutungsmöglichkeiten fand dabei zumeist nicht statt. Vielmehr wurden die Ergebnisse der „Hilfswissenschaften" in den Anhang verbannt (vgl. Lüning 1997, 281; Smyntyna 2006, 84).

Für eine gewinnbringende interdisziplinäre Zusammenarbeit bedarf es Personen, die sowohl in den entsprechenden geo-, bio-, formal- und naturwissenschaftlichen Disziplinen als auch in einem archäologischen Fach ausgebildet wurden. Dies war jedoch nur selten der Fall. In Unkenntnis der entsprechenden archäologischen Fragestellungen lieferten Naturwissenschaftler in vielen Fällen kontextlose Daten und Fakten. Erst mit der Zeit konnten von Seiten der Naturwissenschaften eigene Fragestellungen und ein eigener Methodenapparat entwickelt werden, was zur Entstehung von Fächern wie „Geoarchäologie" oder „Bioarchäologie" führte. Auf archäologischer Seite begann man, die Dynamik innerhalb der physischen Umwelt zu erkennen. Hatte man zuvor dem Menschen als auf die Umweltbedingungen reagierend betrachtet, so erkannte man nun seinen starken, wechselseitigen, aktiven, verändernden Einfluss (Kühtreiber 2003b). Die statischen, in Zeitscheiben organisierten Besiedlungsbilder stellen jedoch bis heute einen Widerspruch zu diesen Erkenntnissen dar. Zudem tut sich die Archäologie auch heute noch schwer, Resultate der Naturwissenschaften zu interpretieren und zu integrieren (Schreg 2008, 139).

Trotz dieser zahlreichen interdisziplinären Projekte und Schwerpunkte erfuhr die Umweltarchäologie im deutschsprachigen Raum eine eigentümliche Entwicklung. Es gibt zwar zahlreiche umweltarchäologisch motivierte Arbeiten, der Begriff selbst hat sich jedoch kaum durchgesetzt: Es fehlen vergleichbare Handbücher und selbst im Reallexikon der Germanischen Altertumskunde findet sich kein entsprechender Eintrag (Meier 2009, 719). Räumlich thematisierte Arbeiten, vor allem zur Rekonstruktion von Umwelt oder zur Paläoökonomie, waren zunächst innerhalb der Siedlungsarchäologie angesiedelt, welche H. Jankuhn als wirtschaftliche und soziale Erforschung von Siedlung, Besiedlung und Umwelt (im Sinne von umgebender Natur) konzeptualisiert hatte (Jankuhn 1977, 9, Abb. 2). Zwanzig Jahre später wurde die Umweltarchäologie Be-

standteil der Landschaftsarchäologie, welche nach Jens Lünings Definition als die Zusammenfassung der „Siedlungs-, Wirtschafts-, Sozial- und Ökoarchäologie" aufzufassen sei, wobei Naturwissenschaft und Kulturhistorie derselbe Stellenwert zugewiesen würden (Lüning 1997, 277).

In den U.S.A. entwickelte sich im Laufe der 1960er Jahre innerhalb der New Archaeology eine humanökologische Perspektive. Das Mensch-Umwelt-Verhältnis, welches es zu untersuchen galt, wurde als passiv aufgefasst. Die Umwelt bildet den Hintergrund menschlicher Aktivität. Das Siedlungsverhalten wird als Anpassung an diesen Hintergrund interpretiert, welche nach bestimmten, vorhersagbaren Verhaltensmustern (*behaviour*) abläuft und durch eine „Middle Range Theory" erfassbar wird (Binford 1981). Sozialer Wandel lässt sich somit durch veränderte Umweltbedingungen erklären. In den 1970er Jahren wendete man sich verstärkt Fragen der Subsistenz zu und begann, Fundstellen nicht automatisch als Siedlungen anzusprechen. Vielmehr sah man sie als Aktivitätszonen, deren Funktion ein wichtiger Schlüssel zur Untersuchung ehemaliger Landnutzung ist (Patterson 2008, 77 f.). Den Beginn dieser Entwicklung kann man in den systematischen Begehungen und funktionalistischen Interpretationen der 1950er Jahre finden.

4.3.3 Systematisierung der Prospektion und die Anfänge der Landschaftsarchäologie

Ende der 1960er Jahre waren Siedlungs- und Umweltarchäologie bereits international etablierte Zugänge räumlicher Archäologie, wobei jeweilige Dominanz und untersuchte Fragestellungen je nach Region und ihrer historischen Entwicklung bzw. vorherrschendem wissenschaftstheoretischen Hintergrund variierten. Für die Entstehung der Landschaftsarchäologie in den 1970er Jahren spielte neben anderen Faktoren (Darvill 2001, 34–36) vor allem die Systematisierung der archäologischen Prospektion eine wichtige Rolle.

Die räumliche Analyse von Artefakten – sei es innerhalb einer Fundstelle oder im regionalen Maßstab – stand am Beginn von Funktionalismus und Prozessualismus. Dies erklärt auch die große Bedeutung und fast ausschließliche Anwendung der Feldbegehung als Quelle späterer und gegenwärtiger prozessualer Arbeiten: Im Rahmen der von J.P. Williams-Freeman begründeten *field archaeology* (Crawford 1953, 36) waren Feldbegehungen ausschließlich mit dem Ziel, neue Fundstellen zu entdecken, durchgeführt worden. Nun begann man, neue, gezielte Fragestellungen zu formulieren (etwa zu Funktion und Demografie) und mit regional systematischen Begehungen zu untersuchen. Der Virú Valley Survey in Peru, bei dem über 300 Siedlungen und dazugehörende Strukturen des Umfeldes, wie Bewässerungssysteme, Straßen oder Grabhügel dokumentiert werden konnten (Ford, Willey 1949; Willey 1953, 1959), war zwar noch fundstellenbasiert, hatte aber großen Einfluss auf die Entwicklung räumlich orientierter, systematischer Begehungen mit stichprobenartiger Auswahl der zu begehenden Flächen (Trigger 2006, 379), welche für die Landschaftsarchäologie so typisch wurden.

Neben den Begehungen hatte auch die Luftbildarchäologie einen nicht zu unterschätzenden Beitrag zur Entwicklung der Landschaftsarchäologie (Darvill 2001, 34–36). Angesichts großflächiger Bauprojekte und mindestens ebenso großer Abbauvorhaben begann man mit der Entwicklung von vorausplanenden, systematischen Prospektionsstrategien für den Denkmalschutz, bei denen der Luftbildarchäologie eine wichtige Rolle zukam. Eine für diese Entwicklung prägende Schlüsselarbeit war „A Matter of Time" (Bowen, Butler 1960), eine Darstellung der Prospektion der Schotterflächen entlang der Themse. Die Ergebnisse führten die Notwendigkeit vor Augen, von der fundstellenbezogenen Archäologie zu einem die Umgebung einbeziehenden, großflächigen, regionalen Konzept archäologischer Fragestellungen zu gelangen (Darvill 2001, 34–36). Dies war ein erster wichtiger Schritt zum räumlichen, landschaftsbezogenen Denken.

Die Entwicklung der Luftbildarchäologie nach dem Zweiten Weltkrieg half, Perspektiven zu erzeugen, in welcher eine Fundstelle in ihrem landschaftlichen Kontext dargestellt wird. Vor allem in England begann man mit einer mehr oder weniger intensiven, systematischen Befliegung und dem Aufbau von nationalen Archiven für archäologische Luftbilder. Die Arbeit des früh verstorbenen G.W.G. Allen wurde durch Derick N. Riley fortgeführt. Gleich nach dem Krieg begann J.K. St Joseph – der den weltweit ersten Lehrstuhl für Luftbildarchäologie innehatte – im Auftrag der Universität Cambridge mit systematischen Befliegungen im gesamten Großbritannien. Seine Bilder sind der Grundstock der Cambridge University Collection of Aerial Photographs (CUCAP). 1965 wurde der Air Photographs Unit innerhalb des English National Monuments Record gegründet. Dadurch entstand das erste nationale Archiv für vorwiegend archäologische Luftbilder (Wilson 2000, 21).

Gerade die Luftbilder – vor allem nach erfolgter systematischer, mehrfacher Befliegung – erlauben es, das archäologische Repertoire eines größeren, zusammenhängenden Gebietes zu erkennen. Dabei zeigen sich nicht nur die aufgrund von Oberflächenbegehungen auffindbaren Siedlungen, sondern auch die zugehörenden Gräberfelder, Fluren, Wege und Landschaftsmerkmale wie etwa Paläomäander. John Bradford hatte diesen Umstand schon frühzeitig erkannt. 1957 publizierte er „Ancient Landscapes" mit

dem Untertitel „Studies in Field Archaeology“ (Bradford 1957). In diesem Buch versuchte er, vor allem anhand zahlreicher Luftbilder aus Apulien und Etrurien, ganze Landschaften zu rekonstruieren:

„… if we can show the topography of entire road-networks, or agricultural systems, or cognate settlements by dozens as neighbours, then each assemblage becomes more than the sum of the many parts“ (Bradford 1957, 2).

4.3.3.1 Beginnende Landschaftsarchäologie

Diese Entwicklungslinien der archäologischen Prospektion führten weg vom fundstellenbasierten Denken hin zu großflächigen Untersuchungen zusammenhängender Gebiete (Thomas 1975), von der „Siedlung“ zur „Landschaft“. Fast zeitgleich entstehen zwei neue Zugänge, welche diese Entwicklungen in einem Programm zu konzeptualisieren versuchten: die „*total archaeology*“ (Taylor 1974) und die „Landschaftsarchäologie“.

Als *total archaeology* versteht man die Nutzung möglichst aller Quellen zur archäologischen Erkenntnisgewinnung, von den klassischen Prospektionsmethoden bis zur Flurnamenforschung und Folklore (Darvill 2002, 435). Ähnliches wollte die Landschaftsarchäologie, deren Beginn mit der Publikation „Landscape Archaeology: an Introduction to Fieldwork Techniques on post-Roman Landscapes“ (Aston, Rowley 1974, 11) angesetzt werden kann: Sie versuchte, *field archaeology* und die durch Hoskins initiierte *landscape history* in einem Programm zu vereinen. Hoskins Landschaft konzentriert sich auf die Strukturen und Veränderungen durch den Menschen, ist also eine Kulturlandschaft, deren Biografie er zu schreiben versucht:

„I am concerned in this book, then, with the ways in which men have cleared the natural woodlands; reclaimed marshland, fen, and moor; created fields out of a wilderness; made lanes, roads, and footpaths; laid out towns, built villages, hamlets, farmhouses and cottages; created country houses and their parks; dug mines, and made canals and railways; in short, with everything that has altered the natural landscape” (Hoskins 1955).

Ausgehend von der Landschaftsgeschichte entwickelt die Landschaftsarchäologie einen der *total archaeology* ähnlichen Zugang. Das von Hoskins bekundete Interesse am Menschen als Gestalter unserer heutigen Landschaften wird zwar betont (Aston 1985, 153 f.), bleibt aber im an Generalisierung interessierten Prozessualismus letztendlich Lippenbekenntnis. Die Landschaft ist eine auf dem Realraum aufbauende Kulturlandschaft. Wiederholt wird die Analogie zum Palimpsest bemüht: Die sich im Erdboden kumulierenden Spuren unterschiedlichster Aktivitäten aus allen Zeitstufen gleichen den Schriftzügen einer immer wieder neu beschriebenen Urkunde.

Jankuhns annähernd gleichzeitiges Konzept einer Siedlungsarchäologie, die im Rahmen unterschiedlicher Maßstäbe von der einzelnen Struktur bis zur Region reicht, sich naturwissenschaftlicher Methoden bedient und alle funktionalen Kategorien von Fundstellen miteinbezieht, zeigt keine scharfen Grenzen zu dieser Landschaftsarchäologie. Umso mehr, als paradoxerweise auch die Landschaftsarchäologie trotz großflächiger systematischer Feldbegehungen sehr stark an Siedlungen fixiert bleibt – die Siedlung wird praktisch synonym mit der Fundstelle an sich (vgl. Kapitel 10.2.2.3). Hier wird vielfach, wahrscheinlich durch die methodischen Schwierigkeiten von Feldbegehungen bedingt, eigentlich Siedlungs- statt Landschaftsarchäologie betrieben.

Der große Unterschied zwischen Siedlungs- und Landschaftsarchäologie bestand jedoch in der Datenerfassung: Während man sich im englischsprachigen Raum die Datengrundlage durch den Fragestellungen angepassten Feldbegehungen erarbeitete, beklagte Schier noch Ende der 1980er Jahre, dass zahlreiche deutsche Arbeiten meist lediglich „auf der Auswertung von Museumsbeständen, Fundchroniken und eigener Geländearbeit“ aufbauen (Schier 1990, 14), also im Großen und Ganzen auf unsystematischen, zumeist von interessierten Laien durchgeführte Begehungen.

4.3.3.2 Prospektion abseits von Fundstellen

Freilich bedurfte es einer entsprechend verbesserten Methodik der großflächigen Datengewinnung und Dokumentation. Durch statistisches Sampling ließen sich große Gebiete mit vertretbarem finanziellen und zeitlichen Aufwand erfassen, indem man kleine, als repräsentativ angenommene Bereiche untersuchte (Binford 1964, 427; Mueller 1975; Redman, Reiman 1974). Am häufigsten wurden dabei extensive Feldbegehungen, mit und ohne Einbezug von Luftbildern durchgeführt. Neben unzähligen Ergebnisberichten beschäftigt sich ein nicht unwesentlicher Teil der Literatur mit der theoretischen Grundlage und Methodologie zu Auswahl, Beprobung, Durchführung, Analyse und Interpretation von systematischen Feldbegehungen (u. a. Shennan 1985; Windl 1982; Haselgrove et al. 1985; Plog et al. 1978; Schiffer et al. 1978; Dunnell, Dancey 1983). Diese Methoden wurden etwas später vor allem in Tschechien (z. B. Neustupný 1998a; Kuna 1998a) und Slowenien (Guštin et al. 1996; Slapšak 2001), sowie etwas zögerlicher auch im deutschsprachigen Raum (z. B. Daim, Doneus 2004; Doneus 2002; Becker et al. 2001) angewandt.

Dies ermöglichte es, von einem fundstellenbasierten Denken zu einer landschaftlich orientieren Betrachtungs-

weise zu gelangen. Dadurch geriet das Konzept der Fundstelle (*site*) ins Wanken: Diese wurde nun vielfach nicht mehr als aufgrund von materiellen Hinterlassenschaften abgrenzbare Aktivitätszone gesehen. Vielmehr ging man von der Dichotomie „Fundstelle – keine Fundstelle" ab und entwickelte an ihrer Stelle neue Konzepte, wie die *Off-Site*-Archäologie (vgl. S. 149 ff.) oder das von Evžen Neustupný propagierte Konzept des Gemeinschaftsraums (Neustupný 1998b, 10 ff. – vgl. Kapitel 8.3.1).

Den Einfluss, welchen diese neuen Methoden der Feldbegehung, speziell die Entwicklung der *Off-Site*- oder *Non-Site*-Strategien (vgl. S. 149) auf die Entwicklung der Landschaftsarchäologie hatten, darf nicht unterschätzt werden. Das Abgehen von der Fundstellenbezogenheit machte den Blick auf die Landschaft frei (vgl. Banning 2002, 7 f.). Dennoch kann die frühe Landschaftsarchäologie dem einleitend konzipierten Begriff von „Landschaft" (siehe S. 26) nicht entsprechen. Es werden fast ausschließlich die materiellen Aspekte der Landschaft behandelt. Eine Abgrenzung zwischen Landschaft und natürlicher Ausstattung des Untersuchungsraums lässt sich somit kaum erkennen. Insofern gibt es auch zahlreiche Überschneidungen mit der Umweltarchäologie (vgl. Kapitel 5.3).

Eine den Begehungen ähnliche Entwicklung bahnte sich auch in der Luftbildarchäologie an. In Großbritannien hatten einzelne Forscher nach Jahrzehnten des Datensammelns erkannt, dass die reine Lokalisierung eines „Fundortes" dem luftbildarchäologischen Quellenmaterial nicht gerecht wird. Die den Luftbildern inhärente archäologische Information muss kartiert und interpretiert werden, um für die Archäologie möglichst nutzbringend weiterverarbeitet werden zu können.

Rog Palmer war einer der Ersten, der sich damit auseinandergesetzt hat. Er interpretierte systematisch sämtliche Luftbilder eines 450 km² großen Gebietes um die eisenzeitliche befestigte Höhensiedlung von Danebury (Palmer 1984). Seine detaillierten Karten, die neben Siedlungen und Gräberfeldern vor allem auch großflächige Flursysteme aus den unterschiedlichsten Epochen erkennen ließen, wurden Ausgangspunkt für gezielte Grabungen und Feldbegehungen (z. B. Cunliffe 1995).

Die Royal Commission on Historical Monuments in England (RCHME), die heute zum English Heritage gehört, initiierte 1988 Forschungsprojekte zur systematischen und einheitlichen Klassifizierung von Bewuchsmerkmalen und in der Folge begann man seit 1992 unter der Leitung von Robert H. Bewley mit den National Mapping Programme, welches sich eine systematische Kartierung sämtlicher archäologischer Strukturen aus Luftbildern in ganz England zum Ziel gesetzt hat (Bewley 1995). Ein Teilbereich dieses Projektes, nämlich die Yorkshire Wolds wurde bereits publiziert. In einer, der *total archaeology* verwandten Arbeit, interpretierte und kartierte Catherine Stoertz archäologische Strukturen aus einem Fundus von über 35.000 Luftbildern (Stoertz 1997). Die öffentlich zugänglichen Kartierungen finden in der Landschaftsarchäologie Verwendung (z. B. Llobera 2001).

4.4 Postprozessuale Landschaftsarchäologie

Bereits in den 1970er Jahren zeigte sich bei manchem Archäologen eine gewisse Enttäuschung, was die Erreichung der hochgesteckten Ziele der New Archaeology betraf. Die im Zuge der empirisch-positivistischen Arbeiten vorgestellten Ergebnisse ließen viele Fragen offen, und kamen oft über ein Beschreiben und Erkennen von Zusammenhängen nicht hinaus. Weiterführende Aussagen waren mit dem Grundsatz der Objektivität nicht zu machen. Dies hatte bereits in den 1980er Jahren zur Entstehung der kognitiven prozessualen Archäologie geführt (Johnson 1999, 98 f. – vgl. Kapitel 14.1).

Unter dem Einfluss der Postmoderne entwickelte sich zudem ein Gegentrend zur positivistisch besetzten New Archaeology, der in den 1980ern von Ian Hodder mit dem Begriff „Postprozessualismus" belegt wurde (Trigger 2006, 444). Diese Bezeichnung zeigt bereits deutlich, dass man darin den „Auftrag" sah, sich vom Prozessualismus abzusetzen, ihn zu überwinden bzw. eine konträre Position dazu einzunehmen. Der Postprozessualismus ist in diesem Sinn kein einheitliches Projekt, sondern setzt sich vielmehr aus einer Vielzahl unterschiedlichster Positionen zusammen (Johnson 1999, 101). Allen gleich war das Abgehen von der Objektivität als Grundprämisse wissenschaftlichen Forschens. Stattdessen versuchten die postprozessualen Archäologen, sich vermehrt der geisteswissenschaftlichen Wurzeln zu besinnen und die Hermeneutik – die Lehre der Auslegung – als wissenschaftstheoretische Grundlage für die Archäologie zu verankern (Johnson 1999, 102 f.).

Spätestens zu Beginn der 1990er entwickelte sich eine „post-prozessuale Landschaftsarchäologie". Das Hauptaugenmerk liegt nicht mehr auf dem absoluten Raumkonzept des positivistischen Wissenschaftlers. Die Verwendung des geometrischen Raumes und seine bewährten Mittel der Beschreibung werden kritisiert (konkret werden die Verbreitungskarte, das Luftbild, Satellitenbilder und GIS genannt). Alle diese Mittel betrachten das Objekt aus der Entfernung und erzeugen „Distanz" im wahrsten Sinne des Wortes. Der Betrachter ist „Außenseiter" und sieht aus seiner erhabenen Position ein Bild der vergangenen Landschaft, „… which the inhabitant would hardly recognise."

(Thomas 1993, 25). Karten seien die Manifestation kapitalistischen Denkens, welches Raum und Landschaft ausschließlich unter dem Aspekt des ökonomischen Nutzens bewerte (Tilley 1994, 21). Ähnliches hatte bereits der Geograf Denis E. Cosgrove Mitte der 1980er Jahre formuliert, wenn er vom „geographer hiding consciously behind his battery of surveys, maps and aerial photographs" spricht (Cosgrove 1984, 33).

Ziel der Forschung wurde vielmehr die im Rahmen der Gesellschaft aktiv handelnde Person im Wandel der Zeit und der Versuch, ihr gesellschaftliches Verhalten, ihre Konzepte und Ideologien zu verstehen, wodurch der Anschauungsraum ins Zentrum des Interesses vorrückte. Frühere prozessuale Arbeiten werden dahin gehend kritisiert: Ohne Betonung des individuellen Menschen würden die kulturellen Elemente und Strukturen der Landschaft bedeutungslos und im wahrsten Sinne des Wortes „tote Dinge" (Thomas 1993, 26; Chadwick 2004b). Das individuelle menschliche Handeln müsse daher in den Vordergrund rücken. An der Vergangenheit interessieren vor allem die Menschen, an vergangenen Landschaften vor allem deren Bewohner. Sie werden als Akteure gesehen, die mit ihren Vorstellungen und Interpretationen dem Raum Bedeutung gaben. Dadurch erzeugten sie ihre Landschaft, welche in einer Wechselwirkung ihre alltäglichen Handlungen beeinflusste.

Michael Shanks und Christopher Tilley waren unter den Ersten, welche das Konzept von „Agency" (siehe Kapitel 7.2.2) in die Archäologie einführten (Dornan 2002, 309). Während im Prozessualismus das Individuum hinter materiellen Strukturen um Prestige und Macht verschwand, tritt im Postprozessualismus die individuelle Handlung als bewusste Aktion innerhalb sozialer Strukturen in den Vordergrund (Robb 2005, 4). Unter dem Einfluss von Strukturalismus und Post-Strukturalismus wurden vermehrt die symbolischen Aspekte von Landschaft interpretiert (Müller 2003, 28; Darvill 2001, 39 – z. B. Ashmore, Knapp 1999b; Bradley 1998). Ein neuer Trend, welcher sich aus diesem Zugang heraus entwickelte, ist die *Memory Archaeology* (Trigger 2006, 473). Diese untersucht das Verhältnis (prä-)historischer Menschen zu den in ihrer Landschaft vorhandenen persistenten Objekten – (z. B. Alcock 2002; van Dyke, Alcock 2003; Barrett 1999; van Dyke 2008; Bradley 2002 – siehe auch Kapitel 7.3.2.4).

Die Bedeutung, welche prähistorische Landschaften für ihre Bewohner hatten und wie diese deren Aktivitäten beeinflusste, rückte in den Brennpunkt des Interesses. Eine Extremposition dieser Richtung nimmt wohl die phänomenologische Landschaftsarchäologie ein (z. B. Tilley 1994, 2004b; Thomas 1993), bei welcher das subjektive Verstehen zur wissenschaftstheoretischen Grundlage wird. Um vergangene Landschaften zu interpretieren, müsse man sich dem (prä-)historischen Individuum gleich in dieser Landschaft fortbewegen. Dabei bedarf es eines fantasievollen (*imaginative*) Herangehens im wahrsten Sinne des Wortes:

„Thus what is seen has to be understood in the context of movement from place to place, and that of non-visual experiences" (Thomas 1993, 30).

Diese Annahmen blieben nicht unwidersprochen (Fleming 2006, 272; Brück 2005, 57; Chapman, Gearey 2000 – vgl. Kapitel 13.1.1), haben jedoch das Konzept der Landschaft und Landschaftsarchäologie nachhaltig beeinflusst (Trigger 2006, 473).

4.5 Landschaftsarchäologie im deutschsprachigen Raum

Der Begriff „Landschaftsarchäologie" fand erst spät Eingang in die deutschsprachige archäologische Literatur. Thomas Sailes Artikel „Landschaftsarchäologie in der nördlichen Wetterau (Hessen): Umfeldanalysen mit einem geographischen Informationssystem (GIS)" (Saile 1997) gilt als eine der ersten landschaftsarchäologischen Arbeiten im deutschsprachigen Raum. In dieser Arbeit publiziert Saile Teilaspekte seiner 1998 fertiggestellten, als „siedlungsarchäologische Regionalanalyse" bezeichneten Dissertation (Saile 1998, 196). Der Begriff „Landschaft" ist jedoch ausschließlich auf den Titel beschränkt und kommt im Text nur jeweils einmal als „Agrarlandschaft" bzw. „Landschaftsbereiche", also im Sinne von Gebiet, Umwelt und deren Nutzung vor. Christoph Schades Dissertation, „Die Besiedlungsgeschichte der Bandkeramik in der Mörlener Bucht / Wetterau" versteht sich ebenfalls als landschaftsarchäologisch, ohne einen Landschaftsbezug herzustellen. Vielmehr geht es um Siedlungshierarchien und Abgrenzung von Siedlungsverbänden (Schade 2004). Die Liste der Beispiele wäre noch erweiterbar (z. B. Zimmermann et al. 2004; Zimmermann 2002; Posluschny 2006).

Gründe für die anscheinend beliebige Benennung als siedlungs- oder landschaftsarchäologisch sind das Fehlen einer klaren Abgrenzung der deutschen Siedlungsarchäologie zur Landschaftsarchäologie der 1970er und 1980er Jahre sowie die nicht vorhandene Rezeption neuerer theoretischer Entwicklungen im deutschsprachigen Raum. Dies wird etwa dann deutlich, wenn Jens Lüning in seiner 1997 erfolgten Begriffsbestimmung der Landschaftsarchäologie zur *landscape archaeology* des angloamerikanischen Raumes ausschließlich nicht-theoretische Arbeiten zitiert (Lüning 1997, 284 Fußnote 7). Die zahlreichen neueren theoretischen Ansätze aus diesem Raum bleiben ebenso unerwähnt wie die Bedeutung von Landschaft im sozialen, kulturellen oder politischen Handeln (vgl. Gramsch 2003, 42). Christoph Schade (2000, 154) erweitert zwar das Kon-

zept der Landschaftsarchäologie um jene Aspekte, behält aber die Perspektive der Siedlungs- und Umweltarchäologie bei (vgl. auch Meier 2009). Eine Neukonzeption erschließt sich erst mit den Begriffsbestimmungen von Heiko Steuer (2001), Alexander Gramsch (2003) und Thomas Meier (2009). Durch sie erhalten die immateriellen Aspekte des Anschauungsraums im Rahmen eines holistischen Konzeptes einer Landschaftsarchäologie Bedeutung.

4.6 Zusammenfassung

Diese kurze Darstellung der wissenschaftshistorischen Entwicklung macht auf zwei wesentliche Punkte aufmerksam, denen sich die folgenden Kapitel widmen werden:

(1) Die archäologische Prospektion, allen voran die Luftbildarchäologie und die systematische Feldbegehung hatten einen wesentlichen Beitrag bei der Entstehung der Landschaftsarchäologie. Die großflächige Anwendung der unterschiedlichen Methoden führte weg vom fundstellenbasierten Denken hin zur Untersuchung zusammenhängender Gebiete. Wichtig erscheint das ursprüngliche Konzept, welches eine möglichst umfassende Kombination unterschiedlicher Prospektionsmethoden vorsah. Gerade dieses Konzept hat sich bis heute kaum realisieren lassen und es gibt momentan weltweit nur wenige Institutionen, welche in der integrativen Anwendung mehrere Prospektionsmethoden kompetent sind.

(2) Die räumlichen Aspekte archäologischer Forschung lassen sich in drei Zugänge gruppieren. Die ursprünglich durch die frühe Anthropogeografie entwickelten Fragestellungen fanden zunächst als Siedlungsarchäologie weite Verbreitung innerhalb der prähistorischen Archäologie. Die Siedlungsarchäologie blieb im deutschsprachigen Raum und seinem Einflussbereich (etwa Dänemark, Schweden, Niederlande, Osteuropa) dominant. Andernorts entwickelten sich spätestens in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg andere Zugänge, welche zunächst durch Betonung ökologischer Zusammenhänge und die Integration naturwissenschaftlicher Methoden in eine Umweltarchäologie oder unter dem Einfluss großflächiger Prospektionsmethoden in eine Landschaftsarchäologie mündeten.

Diese Entwicklungen verliefen im Großen und Ganzen parallel; der Paradigmenwechsel zur Postmoderne hat die alten Ansätze nicht verdrängt. Anders als von Kuhn (1962) postuliert, werden sowohl prozessuale und postprozessuale Ideen in der Landschaftsarchäologie verfolgt (vgl. auch die Situation in der Geografie: Weichhart 2009, 67). Dadurch ergibt sich die eingangs erwähnte Bandbreite an wissenschaftstheoretischen und methodischen Ansätzen, welche scheinbar beliebig als Siedlungs-, Umwelt- oder Landschaftsarchäologie bezeichnet werden.

5. Landschaftsarchäologie

Vertreter der frühen Landschaftsarchäologie sahen die Landschaft ihrem prozessualen Denken entsprechend als Territorium inklusive physischer Bestückung. Daran hat sich bis heute kaum etwas geändert. Es scheint vielfach auszureichen, über die Fundstelle hinauszublicken, um von Landschaft und Landschaftsarchäologie sprechen zu können. Entsprechend einfach gestaltete sich ihre Adaption im Rahmen kulturhistorischer, prozessualer oder post-prozessualer Denkweisen. Wie weiter oben dargestellt (Kapitel 4), existiert eine enorme Bandbreite an Themen, welche unter „Landschaftsarchäologie" subsumiert werden.

Landschaftsarchäologie hat somit eine vereinnahmende Position eingenommen: Timothy Darvill sieht in ihr einen Überbegriff, der unterschiedlichste epistemologische Zugänge, vor allem aus den archäologischen, historischen und geografischen (v. a. Humangeografie) Wissenschaften vereint (Darvill 2002, 221). Er subsumiert darunter zahlreiche momentan verfolgte Richtungen, welche von Umweltarchäologie, Kulturlandschaftsarchäologie, *total archaeology* bis zur Phänomenologie reichen (Darvill 2008, 64 ff.). Landschaftsarchäologie ist somit ein Überbegriff für räumliche Archäologie geworden. Dies wirft einige Fragen auf: Können und sollen die historisch-topografische Beschreibung eines Gebietes, die Rekonstruktion eines vergangenen Flusssystems, eine Umfeldanalyse, die Anwendung von räumlichen Modellen oder die Auswertung einer extensiven Feldbegehung bereits mit Landschaftsarchäologie gleichgesetzt werden? Vereint und erweitert die Landschaftsarchäologie als holistisches Konzept (Gramsch 2003, 49) die Zugänge einer Siedlungs- und Umweltarchäologie? Wird dadurch nicht einer terminologischen Beliebigkeit Tür und Tor geöffnet? Ist das Bestehen unterschiedlicher räumlich-archäologischer Forschungsrichtungen überhaupt von Bedeutung?

Diesen Fragen soll im Folgenden nachgegangen werden, indem die einzelnen Zugänge nochmals explizit beschrieben und ausgehend von der Landschaftsarchäologie die Unterschiede zur Siedlungs- und Umweltarchäologie aufgezeigt werden.

5.1 Begriffsbestimmung von Landschaftsarchäologie

Aus der Begriffsbestimmung von „Landschaft" (S. 26) beziehungsweise „archäologischer Landschaft" (S. 28) sowie dem Verweis auf deren materielle und immaterielle Aspekte wird Landschaftsarchäologie in dieser Arbeit folgendermaßen charakterisiert:

Landschaftsarchäologie ist die (Re-)Konstruktion des Zustands und Wandels archäologischer Landschaften: die diachrone Beschreibung und Rekonstruktion der physischen und kulturellen Aspekte einer archäologischen Landschaft und, darauf aufbauend, die Interpretation der dahinter stehenden wirtschaftlichen, kulturellen, sozialen, religiösen oder politischen Strukturen, ihrer Bedeutungen, Vorstellungen und Konzepte, welche letztendlich bestimmend für das räumliche Handeln des Menschen sind.

Der holistische Charakter dieser Begriffsbestimmung ergibt sich aus dem Umstand, dass Landschaft zugleich die materiellen Strukturen des Realraums als auch die damit verbundenen Konzepte des Anschauungsraums verknüpft. Daraus ergeben sich zwei prinzipielle Arbeitsfelder, welche aufeinander aufbauen, in vielen Fällen jedoch unabhängig voneinander betrieben werden (vgl. Darvill 2002, 221; Johnson 2007, 3 f.): Beschreibung und Interpretation des Beschriebenen.

In den *beschreibenden Ansätzen* werden die materiellen Aspekte der Landschaft diachron beschrieben. Dies beinhaltet neben der Einbeziehung der natürlichen Komponenten (etwa Topografie, Geologie, Pedologie, Klima, etc.) vor allem das Erkennen von anthropogenen, bewusst oder unbewusst hinterlassenen Spuren und Relikten durch die archäologische Prospektion. Darüber hinaus beinhaltet dies das Erkennen von Mustern und Strukturen in diesen Hinterlassenschaften, welche Rückschlüsse auf soziale Verhaltensmuster von Gruppen sowie auf die komplexen Wechselwirkungen zwischen Natur und Kultur zulassen. Durch Vermessung, Diskretisierung, Modellierung, Abstraktion und Klassifikation lassen sich der Realraum und seine früheren Zustände im geometrischen Raum abbilden.

Der Faktor Zeit spielt eine wichtige Rolle, wobei vor allem die Wechselwirkung zwischen dem Werden und Wandel

von sozialen und kulturellen Systemen sowie ihrer Landschaften und Strukturen interessiert. Daher bedarf ihre Beschreibung zugleich einer Rekonstruktion der jeweils interessierenden vergangenen Zustände. Im Falle der physischen Struktur geschieht dies durch bio- und geoarchäologische Untersuchungen, Modellierung und argumentativ gestützte Übertragung rezenter Verhältnisse. Ergebnis sind Karten, virtuelle Welten und thematische Ebenen eines GIS.

Dieser Ansatz hat große Überschneidungsbereiche mit der Siedlungsarchäologie, unterscheidet sich nur durch die Betonung der kulturellen Hinterlassenschaft von der Umweltarchäologie und entspricht in etwa Lünings Ansatz der Landschaftsarchäologie.

Die Abbildung des Realraumes stellt unverzichtbare Grundlagen zur Verfügung, ist jedoch nur der erste Schritt innerhalb der Landschaftsarchäologie. Über die Beschreibung hinausgehend müssen in einem zweiten Schritt die Grundlagendaten durch *Interpretation* in Beziehung zueinander gebracht werden. Es interessiert dabei vor allem:

(1) Wie sich physische und kulturelle Struktur gegenseitig beeinflussen,

(2) ob sich eine Organisation im erkannten Ausschnitt der kulturellen Struktur erkennen lässt und welche Faktoren dafür benannt werden können,

(3) inwieweit die kulturelle Struktur Aussagen zu den wirtschaftlichen, sozialen, religiösen und politischen Intentionen ihrer Erschaffer zulässt und ein Wandel der kulturellen Struktur veränderte soziale Verhältnisse reflektiert.

Es stellt sich daher die Frage, ob und wie über eine Abbildung des Realraums im geometrischen Raum Rückschlüsse auf den Anschauungsraum gezogen werden können. Je nach vorherrschendem epistemologischen Hintergrund fällt die Antwort darauf höchst unterschiedlich aus: Im Rahmen der letzten Jahrzehnte haben sich zwei Ansätze von Landschaftsarchäologie herauskristallisiert, welche man mit unterschiedlichen Begriffspaaren, wie „erklärend – verstehend", „etisch – emisch" (Barnard 2000, 114 f.), „Outsider – Insider", „building – dwelling" (Ingold 2000, 153 f.), „firstspace – secondspace" (Exon et al. 2000, 11) oder „explizit – inhärent" (Johnston 1998) betiteln könnte.

Wie bereits zuvor angemerkt (S. 27), ist der Archäologe ist nicht mehr Teil der von ihm untersuchten, vergangenen Landschaft. Er ist als Beobachter mit einer fragmentarischen Überlieferung der materiellen Hinterlassenschaft innerhalb einer modernen Landschaft, deren Erscheinungsbild sich mitunter drastisch gewandelt hat, konfrontiert. Daher untersucht er die vergangene Landschaft zumeist aus einer „etischen" Perspektive des außenstehenden Beobachters. Diese nutzt den geometrischen Raum zur Beschreibung und Abbildung des Realraums unter Verwendung von euklidischer Kartierung und Topologie, hergestellt mit moderner Technologie, abgeleitet von naturwissenschaftlichen Gesetzen unter Berücksichtigung rationaler Verhaltensnormierung oder ökologischer Aspekte. Damit werden kausale Zusammenhänge erkannt und somit Rückschlüsse auf vergangene, meist rational-ökonomisch motivierte Intentionen gezogen.

Im Zuge des Einzugs postmoderner Positionen in die archäologische Forschung wurde jedoch argumentiert, dass der Archäologe auch ohne bekannte schriftliche bzw. mündliche Tradition „emisch", im Sinne eines Insiders beobachten kann. Mit diesem Perspektivenwechsel ging auch ein Wechsel zu größeren Maßstäben einher. Man widmet sich dem Individuum und der sozialen Gruppe und versucht, deren Handeln und Intention abseits der rational-ökonomischen Realität zu verstehen. Es soll verstanden werden, wie Landschaft vom Menschen in der Vergangenheit erfahren wurde und inwieweit sie seine sozialen, religiösen oder politischen Vorstellungen prägte bzw. wie sich diese Vorstellungen auf die Gestaltung und „Inszenierung" der Landschaft auswirkten. Die Beschreibung verzichtet weitgehend auf den geometrischen Raum, ist zumeist verbal narrativ oder in Form von Bild-, Ton- und Videodokumenten.

Vertreter beider Positionen begegnen sich oft gegensätzlich und ablehnend, obwohl sich beide Perspektiven eigentlich ergänzen. Die erklärende, etisch beobachtungsgeleitete Landschaftsarchäologie könnte man in diesem Sinne auch als erste Phase einer landschaftsarchäologischen Auswertung betrachten, bei der die Quellen sondiert, Daten gesammelt und Zusammenhänge erkannt werden. Ohne den darauf folgenden verstehenden oder emischen Ansatz lässt sich eine Unterscheidung zur Siedlungs- und Umweltarchäologie jedoch nur schwer begründen. Deshalb wird gerade dieser zweite Zugang als eigentliche *landscape archaeology* bezeichnet, welcher als „… a postprocessual, culturally oriented counterpart of settlement archaeology" gesehen wird (Trigger 2006, 473). Ähnlich wie der Postprozessualismus keine einheitliche epistemologische Erscheinung, sondern ein Konglomerat aus unterschiedlichsten postmodern geprägten Denkweisen ist, hat auch die darauf basierende Landschaftsarchäologie viele Facetten.

Wenn im Folgenden Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie voneinander abgegrenzt werden, so wird nur Bezug auf die räumlichen Ausprägungen dieser archäologischen Forschungsschwerpunkte gelegt. Siedlungsarchäologie im Sinne der Erforschung von Ansiedlungen sowie die rein fundstellenbezogene und die prozessorientierte Umweltarchäologie sind nicht im Sinne einer räumlichen Archäologie zu verstehen und finden in der folgenden Argumentation keine Beachtung.

5.2 Abgrenzung zur Siedlungsarchäologie

Unter dem Begriff Siedlungsarchäologie versteht man heute im deutschsprachigen Raum *die Erforschung der Organisation und Struktur von Ansiedlungen und Besiedlung im regionalen Vergleich und historischen Verlauf*. Man fasst also zwei Zugänge zusammen, die sich dem Phänomen Siedlung in unterschiedlichem Maßstab nähern (vgl. auch Brather 2006, 51):

Einerseits untersucht man Grundriss, Aufbau und Strukturen einzelner Siedlungen. Jens Lüning formulierte dafür den Begriff „Archäologie der Wohnsiedlungen" (Lüning 1982, 9). Andererseits geht es um regionale Analysen, in welchen Siedlungsmuster anhand von Modellen untersucht und rekonstruiert werden sowie chronologisch differenzierte Aussagen zu Standorten oder Wirtschaftsweise erfolgen – Lünings „Archäologie der prähistorischen Kulturlandschaft" (Lüning 1982, 9). Dieser zweite Zugang stellt die Verbindung zur Landschaftsarchäologie (wie sie in Großbritannien zumeist zwischen 1970 und 1990 betrieben wurde) her:

„Nicht die einzelne Siedlung, sondern das Netz des Siedlungsmusters, die Gestaltung oder „Konstruktion" der Landschaft durch den Menschen im Sinne wirtschaftlicher, politischer, aber z. B. auch religiös-kultischer Erfassung ist gegenwärtig Ziel der archäologischen Forschung" (Steuer 2005, 320).

Auch wenn Heiko Steuer von Landschaftsgestaltung schreibt und bereits H. Jankuhn Grabfunde, Ansiedlungen, Spuren landwirtschaftlicher Produktion, Hinterlassenschaften der Rohstoffgewinnung und Rohstoffverarbeitung, Burgen, Heiligtümer und Opferplätze sowie Depotfunde als Quellen nannte (Jankuhn 1977), werden in den meisten Analysen ausschließlich die Siedlungen selbst berücksichtigt. Deren Lage wird häufig in Zusammenhang mit umweltrelevanten Faktoren, vor allem Klima, Bodenqualität, Hangneigung und Exposition sowie Nähe zum nächsten Fließgewässer beurteilt und erklärt.

Während sich die Siedlungsarchäologie im deutschsprachigen Raum aus der ethnischen Deutung von Verbreitungskarten heraus entwickelt hatte und auch heute noch stark kulturhistorisch motiviert ist, waren deren Anfänge im angloamerikanischen Raum funktionalistisch geprägt (z. B. Steward, Setzler 1938; Willey 1953). Im Zuge der New Archaeology wurde sie durch zahlreiche Methoden der Datenbeschaffung und Analyse erweitert. Die systematische Feldbegehung stichprobenartig ausgewählter Flächen hat sich dabei bis heute als wichtigste Vorgehensweise zur Auffindung von Siedlungen gehalten. Die damit verbundenen Probleme werden noch weiter unten ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 10.2.2).

Auch im angloamerikanischen Raum werden beide Zugänge – Erforschung von Ansiedlung und Besiedlung – verfolgt und analog zum Deutschen als *settlement archaeology* bezeichnet. Zum Teil – wenn auch nicht einheitlich – wird weiter differenziert, indem man die Erforschung der räumlichen Zusammenhänge von Siedlungsmustern anhand von Struktur- und Artefaktverteilungen mitunter als *spatial archaeology* bzw. *spatial analysis in archaeology* bezeichnet. Diese war ein wichtiger Aspekt der prozessualen Archäologie.

Im deutschsprachigen Raum hat sich die unklare Abgrenzung aus einem vereinnahmenden Konzept der Siedlungsarchäologie heraus entwickelt: Ihr methodisches Spektrum hat sich im Laufe vor allem der letzten Jahrzehnte ständig erweitert – von der Einbindung naturwissenschaftlicher Methoden über die GIS-gestützte Umfeldanalyse zu modelltheoretischen, Beschreibung und Auswertung von Siedlungsmustern. Zudem werden spätestens seit H. Jankuhn (Jankuhn 1977) selbst unter dem Begriff Siedlung auch sämtliche, mit der eigentlichen Ansiedlung in Verbindung stehenden Strukturen der Wirtschaft, Kommunikation und des sozial-religiösen Lebens wie Fluren, Bestattungsplätze, Heiligtümer etc. impliziert. Dadurch haben sich einerseits Siedlungs- und Umweltarchäologie stark angenähert, andererseits bot die frühe Landschaftsarchäologie Großbritanniens keine darüber hinausgehenden neuen Gesichtspunkte (vgl. Kapitel 4.3.3.1).

Symptomatisch für die vorherrschende Stellung der Siedlungsarchäologie ist ein Zitat von Heiko Steuer aus dem Reallexikon der Germanischen Altertumskunde, Stichwort „Siedlungsarchäologie":

„Da die Landschaft ebenso wie die darin eingebetteten Siedlungen ihre Geschichte haben, in Wechselwirkung bzw. gegenseitiger Beeinflussung zwischen Umwelt und Mensch, ist archäologische Forschung schließlich immer auch Siedlungsarchäologie, und Siedlungsarchäologie erfaßt alle Lebensbereiche ehemaliger Gegenwarten. Siedlungsarchäologie ist zugleich Landschaftsarchäologie" (Steuer 2005, 321).

Die konkrete Unterscheidung zwischen Siedlungs- und Landschaftsarchäologie erscheint aufgrund der oben genannten Faktoren schwierig. Es gibt jedoch verschiedene Bereiche, die sich bei der Durchsicht zahlreicher Arbeiten immer wieder als unterscheidende Kriterien herauskristallisieren (es soll hier explizit darauf hingewiesen werden, dass mit der Darstellung dieser Unterschiede keine Wertung einhergeht):

Fragestellung: Es fällt auf, dass viele siedlungsarchäologische Arbeiten keine problemorientierte Fragestellung aufweisen. Dies hatte J. Lüning bereits vor drei Jahrzehnten kritisiert (Lüning 1982, 9). Oft wird in der Einleitung

lediglich erwähnt: „Ziel der vorliegenden Arbeit ist … die Darstellung der Besiedlung der“ verbunden mit einer räumlichen und zeitlichen Abgrenzung. In der Landschaftsarchäologie versucht man hingegen nicht nur die materiellen Hinterlassenschaften der Menschen zu untersuchen, sondern die dahinterstehenden Konzepte. Dies bedingt auch veränderte, problemorientierte Fragestellungen.

Thema: Die Landschaft spielt in siedlungsarchäologischen Arbeiten keine wesentliche Rolle. Wenn, dann wird sie als ein anderes Wort für Umwelt benutzt und ist der physische Hintergrund für die zu erforschenden Siedlungsmuster. Große Bedeutung haben dabei Standortfaktoren, welche häufig aufgrund ökodeterministisch geprägter Variablen (Klima, Boden, Gewässer und Relief) ermittelt werden. Diese dienen neben Modellen (vor allem zentrale Orte) der Erklärung räumlicher Muster der Siedlungsverteilung. Siedlungsarchäologie ist in diesem Sinne eigentlich „Siedlungsmusterarchäologie“, welche in erster Linie mithilfe des geometrischen Raumkonzeptes arbeitet. Der Aspekt der Bedeutung von Landschaft ist ein wichtiges Thema der Landschaftsarchäologie, fehlt in der Siedlungsarchäologie jedoch zur Gänze. Mit diesem Aspekt wird sich ein späterer Teil dieser Arbeit (Kapitel 15, 16 und 17) ausführlicher beschäftigen.

Datenerfassung: Das Ausgangsmaterial für siedlungsarchäologische Forschungen erschließt sich bislang vor allem durch Grabungen und Feldbegehungen (vgl. Schade 2000, 140). Daneben dienen noch die bereits vorhandenen oder kompilierten Fundstelleninventare als Datenbasis. Diese bestehen auch in der Mehrzahl aus unsystematischen Feldbegehungen und Grabungsergebnissen. Je nach Region finden auch Ergebnisse von luftbildarchäologischen Untersuchungen Eingang in die Inventare. Die auf unsystematischen Begehungen und Grabungsergebnissen beruhende Landesaufnahme bleibt jedoch wichtigste Quelle für siedlungsarchäologische Forschung. H. Jankuhn schreibt in den 1970er Jahren:

„Sie [Anm.: die Landesaufnahme] dokumentiert alle Fundstellen in einem beschreibenden Katalog und topographischen Karten meist im Maßstab 1:25.000 oder 1:50.000 und bringt bisweilen Auszüge nach Perioden und Fundgattungen getrennt auf Karten 1:100.000, dazu bisweilen großmaßstäbliche Ausschnitte für größere Denkmälergruppen“ (Jankuhn 1977, 27).

Für die Landschaftsarchäologie haben Michael Aston und Trevor Rowley eine detailliertere, auf einer größeren Maßstabs-Ebene großflächig erfasste Datenbasis im Sinn. In ihrem Handbuch zur Landschaftsarchäologie liest sich dies folgendermaßen:

„The landscape archaeologist needs to develop an eye and a feeling for patterns in town and country and, even more important, to recognise anomalies in, for instance, the large isolated medieval church of the deserted medieval village; the straight stretch of stream channelled by monks in the thirteenth century; the regular eighteenth-century Parliamentary enclosure hedge lying across medieval ridge and furrow; […] Ideally it should be possible to look at any feature in the landscape, know why it is there in that form, and understand its relation to other features” (Aston, Rowley 1974, 14 f.).

Der Unterschied zwischen diesen beiden Ansätzen mag auf den ersten Blick nicht besonders groß erscheinen. Bei näherer Betrachtung ist er jedoch gewaltig. Es geht nämlich nicht darum, wie viele Fundstellen dem Archäologen zur Verfügung stehen – viel wichtiger ist die inhaltliche Aussagekraft, welche jeder Prospektionsmethode zu eigen ist und erst in der Kombination ihr volles Potenzial preisgibt. In der Argumentation von Aston und Rowley erkennt man den Einfluss der *total archaeology*, die ein umfassendes Repertoire an Quellen als Grundlage archäologischer Forschung fordert (Taylor 1974; Darvill 2002, 435). In der Landschaftsarchäologie, die auf der *total archaeology* aufbaut, spielt daher die Prospektion eine wichtige Rolle. Bislang bildet jedoch auch hier zumeist „nur“ eine flächige Begehung in Form einer wissenschaftlich dokumentierten extensiven Feldbegehung mit oder ohne Information aus Luftbildern die Basis für die landschaftsarchäologische Forschung. Die vorliegende Arbeit widmet sich deshalb der systematischen, integrierten archäologischen Prospektion und ihrer Aussagemöglichkeit im Rahmen einer Landschaftsarchäologie (vgl. Kapitel 11.2).

Datenbasis: Viele siedlungsarchäologische Arbeiten sind prinzipiell fundstellenbasiert. Es interessiert ausschließlich die materielle Hinterlassenschaft. Der Raum zwischen den Fundstellen hat nur marginal Bedeutung, etwa bei Umfeldanalysen, wie sie in neueren siedlungsarchäologischen Arbeiten vorkommen. Hierbei wird die Nutzung des Territoriums (meist als Landschaft oder Umwelt bezeichnet) innerhalb einer mehr oder weniger gut begründeten Distanz um eine als Punkt abstrahierte Siedlung untersucht.

Hatte man Kossinas als „Siedlungsarchäologie“ bezeichnete ethnografische Methode aufgrund der fehlenden Einbeziehung von Siedlungen kritisiert (Müller 2003, 27; Jankuhn 1977, 5), so konzentrierte man sich nun bei der Auswertung vor allem auf die Siedlungen. Inwieweit Gräberfelder oder andere Kategorien von Fundorten „siedlungsanzeigend“ sind, wurde oft unterschiedlich bewertet (siehe z. B. die Diskussion bei Sielmann (Sielmann 1971, 72)).

Auch wenn es sich spätestens seit Jankuhn (Jankuhn 1977) eingebürgert hat, auch andere Elemente des breiten

Spektrums an materiellen Hinterlassenschaften mit einzubeziehen, so besteht bei regionalen siedlungsarchäologischen Analysen die Datenbasis meist ausschließlich aus Siedlungen. Diese werden nur als Fundpunkte im wahrsten Sinne des Wortes behandelt. Die Landschaft bildet den Hintergrund, der erst bei den wiederum punktuellen Standortanalysen von Interesse ist. Bestattungsplätze, Fluren, Wege, etc. werden allzu oft nicht berücksichtigt. Natürlichen Elementen der Landschaft (Steinformationen, Wasserfälle, etc.) wird keine Bedeutung zugewiesen.

Zeitliche Tiefe: Bei der Siedlungsarchäologie geht es immer um die räumliche und zeitliche Verbreitung von Fundstellen in der modernen Landschaft. Fundstellen werden in chronologisch isolierte Zeitscheiben organisiert. Bereits H. Jankuhn erkannte dieses Manko und betonte die Notwendigkeit der Erforschung von zeitlicher Tiefe:

„Die kausale Bedingtheit sich entwickelnder Siedlungsvorgänge – also die Dynamik der Besiedlung in ihren Ursachen – zu erforschen und sie damit historisch zu verstehen, gehört zu den schwierigsten Aufgaben siedlungsarchäologischer Forschung, die sich oft damit begnügt, zeitlich differenzierte Zustandsbilder der „Besiedlung" eines Gebietes aneinanderzureihen" (Jankuhn 1977, 76).

Im Rahmen der Landschaftsarchäologie wird immer die zeitliche Tiefe der bearbeitenden Landschaft betont. Es geht nicht um die Geschichte einzelner Fundorte sondern um mittel- bis langfristige Verläufe im Werden und Wandel von Landschaften und ihrer Strukturen. Die Landschaft wird mit einem Palimpsest verglichen (z. B. Aston, Rowley 1974, 14), das Konzept der Persistenz spielt eine wichtige Rolle (vgl. Bradley 2002).

5.3 Abgrenzung zur Umweltarchäologie

Die Umweltarchäologie umfasst eine große Bandbreite an archäologischen Fragestellungen. Anders als der Begriff „Umwelt", welcher eine räumliche Konnotation beinhaltet, ist die Umweltarchäologie (*environmental archaeology*) nicht in jedem Fall als räumlich-archäologischer Zugang zu verstehen. Sie beschäftigt sich im eigentlichen Sinn mit der *Erforschung der vergangenen Umwelt und ihres wechselseitigen Verhältnisses mit dem Menschen, wobei zumeist drei Teilbereiche unterscheidbar sind: die Rekonstruktion der Paläoumwelt, die Erforschung von Paläoökonomie sowie die prozessorientierte Erforschung von Paläoökologie* (Dincauze 2000, 17 f.; Evans, O'Connor 1999; Evans 2003, 1, 1978, Preface; Wilkinson, Stevens 2003, 15; Schreg 2008, 138 f.; Denham 2008; Jones 2005; O'Connor 1997). Prinzipiell kann man daher eine räumliche und eine prozessorientierte Umweltarchäologie unterscheiden.

Die räumliche Komponente der Umweltarchäologie beschäftigt sich in erster Linie mit der Rekonstruktion von Paläoumwelten, das heißt der früheren Zustände der physisch-geografischen Sphären (Atmosphäre, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre). Zur rekonstruierenden Beschreibung werden Ergebnisse der Geoarchäologie (Archäopedologie, Archäosedimentologie) und Bioarchäologie (Archäozoologie, Archäobotanik) genutzt (Rapp, Hill 2006; Waters 1992; Wilkinson, Stevens 2003, 15). Die Erforschung der ehemaligen Pflanzen- und Tierwelt erfolgt mit Hilfe von zoo- und bioarchäologischen Untersuchungen. Diese erlauben es, aufgrund der Bestimmung tierischer und pflanzlicher Überreste Aussagen zu ehemaligem Klima, Vegetation, Landnutzung etc. zu machen. Die Daten bedürfen dabei aber einer eingehenden Interpretation, bei welcher die makro- oder mikroskopischen Überreste in Zusammenhang mit der geomorphologischen und archäologischen Situation des Ortes der Probenentnahme bewertet werden (Butzer 1982, 177 f.; Dincauze 2000, 331 ff.).

Im Rahmen paläoökonomischer Untersuchungen wird versucht, Aussagen zu ehemaligen agrarwirtschaftlichen Methoden, der notwendigen und vorhandenen Ernährungsbasis oder zu vorhandenen möglichen Bau- und Werkzeugmaterialien zu treffen (Wilkinson, Stevens 2003, 135 ff.). Dazu gehören auch die Konzeption von Modellen zur Ernährung und deren Übertragung auf archäologische Erkenntnisse. In solchen Arbeiten wird ausgehend von Modellen des Nährstoff- und Kalorienbedarfs auf die benötigten Mindestmengen an landwirtschaftlicher Produktion und deren Flächenbedarf geschlossen (z. B. Ebersbach 2003).

Ähnlich wie bei der Landschaft wird auch der Umwelt heute ein verändertes Verständnis entgegen gebracht. Sie ist nicht mehr der passive Hintergrund und in erster Linie einschränkende Faktor für die menschliche Nutzung eines Raumes. Vielmehr wird sie als in Wechselwirkung mit dem Menschen stehendes System gesehen, welches Möglichkeiten bietet, durch den Menschen verändert wird, und auf diesen zurückwirkt. Zahlreiche Definitionen, wie sie vor allem bei Terry O'Connor (1997) angeführt sind, setzen in diesem Sinne Umweltarchäologie mit Paläoökologie gleich. Die Wechselwirkung zwischen Mensch und Umwelt wird dabei als eine Vielzahl historischer Prozesse analysiert, wobei sowohl dem Menschen als auch der Umwelt eine aktive Rolle zukommt. Fortschritt, Umweltverschmutzung, Risikospirale, Klimawandel und die menschlichen Reaktionen darauf, das Lernen aus der Vergangenheit und ähnliche Fragestellungen stehen hierbei im Vordergrund (Dincauze 2000, 17 f.; Schreg 2008, 138; Evans 2003, XIII: 5 ff.).

Schwierigkeiten bei der Abgrenzung zwischen Umwelt- und Landschaftsarchäologie ergeben sich fast ausschließlich aus dem unterschiedlichen Verständnis des Begriffs „Landschaft“ und der gleichzeitig unscharfen Bestimmung von „Umwelt“ heraus. Einerseits sieht so manche, eigentlich als landschaftsarchäologisch gedachte Arbeit die Landschaft als Gebiet mit einer bestimmten physischen Ausstattung. Dadurch kommt sie letztendlich über eine Beschreibung, meist gekoppelt mit einer ökodeterministischen Erklärung nicht hinaus. Andererseits erweitert das in den letzten Jahren von unterschiedlichen Autoren propagierte Verständnis von Umweltarchäologie die Thematik um den Menschen und sein aktives, reflektierendes Handeln in Bezug auf die Umwelt. Rainer Schreg fasst diese Sichtweise folgendermaßen zusammen:

„Umweltarchäologie, wie sie hier verstanden wird, ist zugleich Natur- und Kulturwissenschaft. Ihr Ziel ist nicht nur die Rekonstruktion der Landschaft als Basis zur Analyse der Beziehung zwischen Mensch und Natur, sondern eine Perspektive, die den Menschen nicht der Umwelt gegenüberstellt, sondern ihn als integrativen Bestandteil seiner Umwelt versteht, die er durch sein Handeln und seine Wahrnehmung auch beeinflusst. Umweltarchäologie in diesem Sinne baut zwar auf den Ansätzen und Methoden der stark naturwissenschaftlich geprägten Environmental Archaeology, der Geoarchäologie sowie der Landschaftsarchäologie auf, versucht aber auch gezielt kultur- und mentalitätsgeschichtliche Fragen und Ansätze der Umweltgeschichte und Humanökologie aufzugreifen“ (Schreg 2008, 140).

Überschneidungen mit der Landschaftsarchäologie sind hier offensichtlich und beruhen ebenfalls auf der unscharfen Trennung zwischen Umwelt und Landschaft. Das, was R. Schreg unter Umweltarchäologie versteht, nämlich „kultur- und mentalitätsgeschichtliche Fragen“ zu untersuchen, nähert sich, sofern ein räumlicher Bezug in den Vordergrund tritt, stark dem Konzept von Landschaftsarchäologie – es verschwimmen die Grenzen zwischen Umweltarchäologie und Landschaftsarchäologie.

In Großbritannien zählt Timothy Darvill umweltarchäologische Fragestellungen, etwa Versuche, die Paläoumwelt zu rekonstruieren, zur frühen Landschaftsarchäologie (Darvill 2008, 64). Er nennt zum Beispiel einige umweltarchäologische Studien, die im Zusammenhang mit Ausgrabungs- und Begehungsprojekten mit Landschaftsbezug durchgeführt wurden (Darvill 2001, 37). Hier ist wiederum die Abgrenzung zu einer Umweltarchäologie nicht gegeben. Deshalb scheint es angebracht, beide Begriffe gegenüberzustellen, ihre Bedeutung zu vergleichen und Unterschiede herauszuarbeiten. Dabei können folgende Kriterien genannt werden:

(1) Im Kapitel „Globes and spheres: the topology of environmentalism“ macht Tim Ingold auf einen Bedeutungswandel aufmerksam, der in Bezug auf die Unterscheidung zwischen Umwelt und Landschaft wichtig erscheint. Die ursprüngliche Bedeutung des Wortes „Umwelt“ zeigt den Menschen als Mittelpunkt seiner individuellen Welt: Er ist in Sphären eingebettet. Diese Sichtweise hat sich spätestens seit der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts zu einer globalen Perspektive hin verlagert: Man spricht von globalen Problemen, globalem Klimawandel, Globalisierung und Ähnlichem. Dadurch verliert der Mensch die zentrale Position innerhalb seiner Um-Welt, er wird zum außenstehenden Beobachter (Ingold 2000, 210 ff.). Thomas Meier nimmt diesen Gedanken auf. Er kritisiert die durch die Unterscheidung von Natur und Kultur erzeugte Trennung von Mensch und Umwelt, die vor allem in den ökologischen Ansätzen kulturhistorischer und prozessualer Archäologie vollzogen wird (Meier 2009, 703 ff.: Abb. 3 – vgl. Kapitel 12). Dadurch wird Umwelt in vielen archäologischen Arbeiten zu einem externen Objekt. Dem gegenüber ist der Mensch integrativer Bestandteil seiner Landschaft, er ist Insider (Meier 2009, 705: Abb. 3).

(2) Ein weiterer Unterschied bezieht sich auf die Wahrnehmung: Nachdem die Umwelt „… die Ausschnitte aus der Außenwelt, die für das jeweilige Lebewesen von Bedeutung sind …“ (Hellbrück, Fischer 1999, 23) beinhaltet, muss sie selbst nicht notwendigerweise wahrgenommen werden: Einzelne Phänomene der Umwelt – sofern ihre räumlichen Aspekte betroffen sind – wirken sich unabhängig von ihrer Wahrnehmung auf ein Individuum oder eine Gruppe aus. Umwelt kann daher wahrgenommen werden, muss es aber nicht. Dies steht in Kontrast zur Landschaft, die von ihrer Begriffsbestimmung her bereits die Wahrnehmung inkludiert: Landschaft ist immer auch wahrgenommene Landschaft. Sie ist Realraum und Anschauungsraum.

(3) In Bezug auf die zuvor bestimmten (vgl. Kapitel 3.1.1) Kategorien des Raumes kann man daher konstatieren, dass Umwelt zunächst Teil des Realraums ist. Sie beinhaltet alles, was auf ein Individuum einwirkt (auch die soziale Umwelt), was aber nicht gleichzusetzen ist mit der Art des Einwirkens. Dies soll aber nicht bedeuten, dass Umwelt deterministisch zu verstehen ist. Teile der Umwelt werden wahrgenommen und reflektiert: Aus einem Baum wird das Konzept eines Baumes (vgl. Winiwarter, Knoll 2007, 86). Konzepte wie Hygiene, Umweltschutz, Naturkatastrophen entstehen durch eine wahrnehmende, reflektierende, aktive Beziehung zwischen Mensch und Umwelt. Diese Beziehung muss aber nicht unbedingt räumlich geprägt sein (Sieferle 1997a; Schatzki 2003; Winiwarter, Schmid 2008). In archäologischen Arbeiten wurde Umwelt zumeist

mit dem Realraum gleichgesetzt. Auch Thomas Meier (Meier 2006b, 11) argumentiert ähnlich, wenn er „Umwelt" und „Umweltarchäologie" mit den naturwissenschaftlichen, objektiven Zugängen des Prozessualismus verbindet (jedoch in letzter Zeit unter anderem: Wilkinson, Stevens 2003; Evans 2003; Schreg 2008); dies kritisierte nicht zuletzt Julian Thomas (Thomas 1990).

Aus dem soeben Geschriebenen geht hervor, dass die in der archäologischen Literatur vorherrschende beliebige Benutzung der Terme „Umwelt" und „Landschaft" zu kritisieren ist. Die damit implizierte Gleichsetzung zwischen Landschaft und Umwelt ist nämlich nicht gegeben: Umwelt – sofern ihre räumlichen Aspekte betroffen sind – ist immer Teil des Realraums (physisch und sozial) eines Individuums oder einer Gruppe, bildet als solches mit ihm eine Einheit, welche jedoch nur zum Teil wahrgenommen wird. Erst in der kulturell, religiös, sozial und politisch gefärbten Vorstellung wird diese Umwelt zur Landschaft.

(4) Ein weiterer Unterschied ist in der bisherigen umwelt- und landschaftsarchäologischen Praxis feststellbar. In sämtlichen Handbüchern und einleitenden Texten zur Umweltarchäologie werden neben schriftlichen Aufzeichnungen oder grafischen Darstellungen (z. B. Felsbilder) relevante Sedimente und Böden sowie die in sie eingebetteten Überreste von Flora und Fauna als primäre Quelle genannt. Diese stammen aus Grabungen, Profilen oder Bohrungen (z. B. Evans 2003, 1). Von archäologischer Prospektion ist jedoch nirgendwo die Rede. Durch einen Verzicht auf die großflächigen Methoden der Prospektion, wie Luftbildarchäologie, satellitenbasierte Fernerkundung, flugzeuggetragenes Laser-Scanning oder geophysikalische Prospektion verliert aber die Umweltarchäologie ihre räumliche Komponente und lässt nur lokale, fundstellenbezogene Informationen zu.

(5) Zuletzt sei nochmals darauf hingewiesen, dass Umwelt nicht zwingend räumlich zu verstehen ist: Im ökologischen Kontext, der auch in der Umweltarchäologie eine wichtige Rolle spielt, geht es vielfach um nichträumliche prozessorientierte Fragestellungen, die zwar für eine räumlich ausgerichtete Umwelt- oder eine Landschaftsarchäologie wichtig und interessant sein können. J.G. Evans geht sogar soweit, die Landschaftsarchäologie als „regional approach" der ansonsten fundstellenbezogenen Umweltarchäologie zu sehen (Evans 2003, 12).

5.4 Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie

Zusammenfassend kann man konstatieren, dass die Abgrenzung zwischen den drei Forschungsrichtungen räumlicher Archäologie nicht immer eindeutig ausfällt. Allen gemeinsam ist der räumliche Grundgedanke, die Bedeutung der physischen und kulturellen Struktur des umgebenden Territoriums sowie die Beziehung zwischen Mensch und Umwelt (sei es als Faktor für Standortbedingungen oder als wechselseitige Beeinflussung). Methoden der Geoarchäologie, räumliche Analyseverfahren sowie GIS werden ebenfalls von allen genutzt. Unterschiede ergeben sich vor allem im zugrunde liegenden Raumkonzept sowie der Schwerpunktsetzung:

Grundlage der Siedlungsarchäologie ist in erster Linie der geometrische Raum; Schwerpunkt ist die kulturelle Struktur und hier vor allem die Siedlungen, ihre räumliche Verteilung und physischen Standortbedingungen.

Die Umweltarchäologie (in ihrer räumlichen Ausprägung) untersucht in erster Linie den Realraum mit seinen physischen und sozialen Verhältnissen. Zentrales Thema ist die diachrone Erforschung und Rekonstruktion von Mensch-Umwelt-Beziehungen, ihr Wandel und ihre gegenseitige Beeinflussung.

Die Landschaftsarchäologie arbeitet vor allem im Anschauungsraum, wo sie die wirtschaftlichen, sozialen, re-

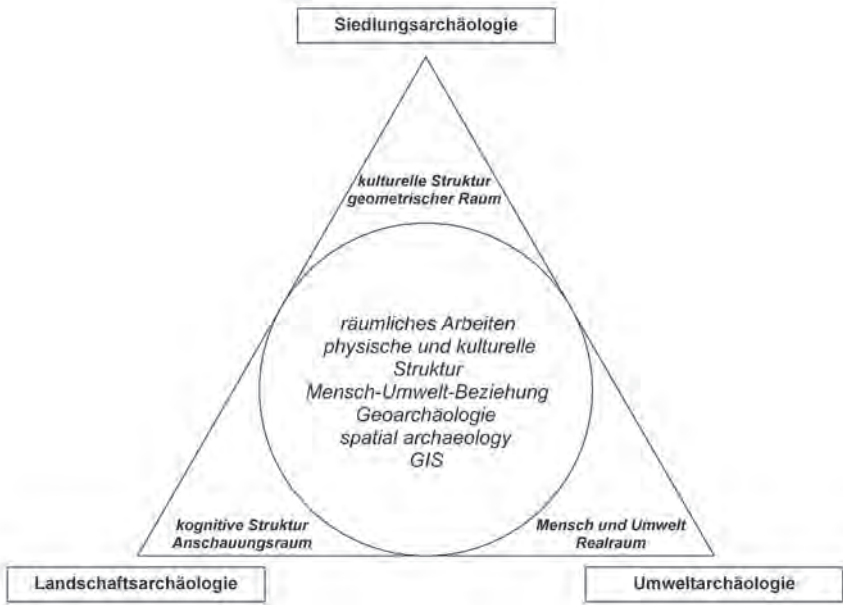


Abb. 1: Schematische Darstellung von Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie (© Michael Doneus).

ligiösen und politischen Konzepte untersucht, welche die kulturelle Struktur des Realraumes entstehen ließen.

Diese Unterschiede sind im Schema auf Abb. 1 dargestellt. Während im zentralen Kreis der allen Konzepten gemeinsamen Korpus dargestellt ist, verweisen die jeweiligen Spitzen des umschreibenden Dreiecks auf die entsprechenden thematischen und räumlich konzeptuellen Schwerpunkte. Die Betonung liegt hierbei auf Schwerpunkt, da alle Raumkonzepte und Themen in allen der drei Forschungsrichtungen räumlicher Archäologie relevant sind. Die Gleichsetzung: Umweltarchäologie / Prozessualismus und Landschaftsarchäologie / Postprozessualismus, wie sie T. Meier vornimmt (Meier 2006b, 13–18), erscheint aus dieser Sicht zu kurz gegriffen.

Aus dem Schema geht auch hervor, dass diese drei Ansätze die gesamte Bandbreite der möglichen Themen und Methoden räumlicher archäologischer Untersuchung abdecken. Gleichwohl stellt sich die berechtigte Frage, wie das Verhältnis zwischen Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie zu definieren ist: Können sie gleichberechtigt nebeneinander bestehen? Sind sie im Sinne einer Reihung zu werten, in welcher die Erforschung kultureller Struktur im Rahmen der Siedlungsarchäologie durch eine Umweltrekonstruktion ergänzt und schließlich durch die Fragestellungen der Landschaftsarchäologie erweitert werden? Oder ist Landschaftsarchäologie als holistisches, alles umfassendes Konzept zu verstehen, das den Überbegriff der räumlichen Archäologie verdrängt?

Diese Frage wird von Archäologen unterschiedlich beantwortet. Unbestreitbar ist, dass sich Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie inhaltlich durchdringen und Ergebnisse untereinander sinnvoll ausgetauscht werden können. Landschaftsarchäologie kann beziehungsweise soll auf Daten und Ergebnissen von Siedlungs- und Umweltarchäologie aufbauen. Es gibt aber keinen Grund, weshalb dies nicht auch für die anderen beiden Ansätze gelten sollte. So wird bereits seit Langem gefordert, dass Ergebnisse der Umweltarchäologie eine wichtige Grundlage siedlungsarchäologischer Interpretation darstellt.

Gleichzeitig wird Landschaftsarchäologie von vielen als holistisches Konzept betrachtet, welches die beiden anderen Ansätze mit beinhaltet (z. B. Darvill 2008, 64 ff.; Gramsch 2003, 49; Evans 2003, 12; LAC2010 2010). Unterstützt wird diese Position aufgrund der Tatsache, dass Landschaftsarchäologie per Definition Aspekte von Siedlungs- und Umweltarchäologie inkludiert. Jedoch geht sie auch darüber hinaus. Landschaftsarchäologie als Überbegriff für räumliche Archäologie zu verwenden würde bedeuten, dass jede großflächige Prospektion, jede geoarchäologische Untersuchung, jedes Pollenprofil, jede topografische Beschreibung und Ähnliches als landschaftsarchäologische Forschung bezeichnet werden müsste. Dies erscheint jedoch als wenig zweckmäßig, da Landschaftsarchäologie dann zugleich alles und nichts bedeuten würde (vgl. Coones 1985). Forschungsprogramme, Fragestellungen, Schwerpunkte, Methoden, Konzepte, Erzählweisen und Themen sind den jeweiligen Ansätzen, wenn auch mit Überlappungen eigen. Daher sollten siedlungs- und umweltarchäologisch motivierte Forschungen auch beim Namen genannt werden. Alles andere käme einer terminologischen Verkleidung gleich, welche zwar momentan aktuelle Trends bedienen, die räumliche archäologische Forschung jedoch unbestimmt und letztendlich beliebig machen würde.

Wichtiger erscheint ein Holismus im Bereich der Quellen und hier vor allem bei der Prospektion: Die Praxis räumlicher Archäologie ist jedoch fernab von dieser Forderung. Während in der Siedlungsarchäologie die meist fundstellenbezogene Feldbegehung dominiert, scheint die archäologische Prospektion der Umweltarchäologie – zumindest was die einschlägigen Handbücher betrifft – nicht einmal erwähnenswert. Die Landschaftsarchäologie basiert zwar auf der *total archaeology*, die tatsächlich verwendeten Quellen basieren jedoch auch hier vor allem auf (großflächigen) Feldbegehungen, in einigen wenigen Ländern ergänzt durch fundstellenbezogene Luftbilder, und – abgesehen von vereinzelten Ausnahmen – fundstellenbezogenen geophysikalischen Messungen.

Teil 2 – Die Beschreibung der Landschaft

Wie in der Begriffsbestimmung dargelegt, ist die Landschaft das kognitive Bild eines von der Natur vorgegebenen und vom Menschen beeinflussten und gestalteten Ausschnitts des Realraums. Daher besitzt sie einen materiellen Aspekt, welcher in der landschaftsarchäologischen Praxis beschrieben werden muss. Auch wenn Natur und Kultur nicht unabhängig voneinander existieren können, wie in Kapitel 3.5.1 argumentiert wurde, so erscheint es in der Praxis notwendig, eine analytische Trennung vorzunehmen. Ansonsten wäre eine Herausarbeitung der Wechselwirkung nicht möglich, und ökologische Fragestellungen nicht zu beantworten. Der zu beschreibende physisch-reale Faktor der gegenwärtigen oder archäologischen Landschaft wird deshalb in zwei Komponenten unterschieden, die in der Folge als *physische* und als *kulturelle Struktur der Landschaft* bezeichnet werden.

Die physische Struktur der Landschaft lässt sich anhand der vier Sphären – Atmosphäre, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre – charakterisieren. Sie ist als natürliche Umwelt des Menschen ein wichtiger Teil seiner das Denken und Handeln beeinflussenden Rahmenbedingungen. Die Bevölkerung eines Gebietes nutzt die natürliche Umwelt individuell oder in kleineren Gruppen bzw. größeren Verbänden und gestaltet sie gemäß ihren Bedürfnissen und Vorstellungen. Es entsteht die kulturelle Struktur der Landschaft, welche eine materielle Ausprägung besitzt, und zugleich eine Reflexion der wirtschaftlichen, sozialen, politischen oder religiösen Werte, Traditionen und Praktiken ihrer Erschaffer ist. In ihrem zeitlichen Fortbestand wird die kulturelle Struktur ein weiterer Teil der Rahmenbedingungen für künftiges Handeln.

Physische und kulturelle Struktur der Landschaft sind dynamisch, beeinflussen sich gegenseitig und können deshalb nicht klar getrennt werden. Gleichwohl sollen sie im Folgenden einzeln und ausführlich dargestellt werden, da sie die Grundlage landschaftsarchäologischen Arbeitens bilden. Ihr Erkennen und ihre Beschreibung ist eine Voraussetzung für jede Form landschaftsarchäologischer Analyse.

6. Physische Struktur der Landschaft

6.1 Atmosphäre und Klima

Das Klima ist ein wichtiger Bestandteil der physischen Landschaftsstruktur und trägt durch seinen ständigen Wandel auch wesentlich zur Umgestaltung der Landschaft bei. Im Gegenzug kann auch eine anthropogen verursachte Veränderung der Landschaft neue lokale Klimaverhältnisse erzeugen. Im Folgenden sollen nun einige Faktoren dieser Wechselwirkung erläutert und ihre Bedeutung für die landschaftsarchäologische Analyse diskutiert werden.

6.1.1 Die Atmosphäre

Die Atmosphäre ist eine Hülle aus Gas, welches aufgrund der Schwerkraft der Erde nicht in das Weltall entweichen kann. Sie ist etwa 1.000 bis 3.000 km mächtig (Ludwig 2006, 9). Innerhalb der Atmosphäre unterscheidet man verschiedene vertikale Schichten (von unten nach oben: Troposphäre, Stratosphäre, Mesosphäre und Thermosphäre – Goudie 2002, 41). Die Troposphäre hat eine Dicke von etwa 6 (an den Polen) bis 16 km (am Äquator) und ist jene Zone, in der unsere täglichen Wetterphänomene stattfinden. Sie besteht zum Großteil aus einem Gasgemisch, welches sich zum überwiegenden Teil aus Stickstoff (78 %) und Sauerstoff (21 %) zusammensetzt (Endlicher 2007c, 196). Argon, Kohlendioxid, Ozon und andere Spurengase spielen trotz ihres geringen Prozentsatzes eine nicht unwesentliche Rolle für die Biosphäre. So absorbiert z. B. das Ozon, welches in etwa 20 bis 30 km Höhe die sogenannte Ozonschicht in der unteren Stratosphäre bildet, den von der Sonne ausgestrahlten kurzweiligen Anteil des UV-Lichtes. Überhaupt ist die Erdatmosphäre für elektromagnetische Strahlung unterschiedlichster Wellenlängenbereiche undurchlässig (vgl. Kapitel 2.3.1.2). Es gibt nur wenige, so genannte „atmosphärische Fenster", welche Licht bestimmter Wellenlängen bis zur Oberfläche vordringen lassen (Albertz 2007, 14 f.). Neben den Gasen besteht die Troposphäre zu einem geringeren, variablen Anteil aus kleinen Wassertropfen (beziehungsweise Eiskristallen) und den sogenannten Aerosolen (schwebende Partikel, meist Staub, Rauch, Mikroorganismen). Ihnen kommt in der Fernerkundung aufgrund ihrer Streuwirkung auf das sichtbare Licht Bedeutung zu (vgl. Kapitel 10.3.1.6).

6.1.2 Wetter, Witterung und Klima

Die Sonne sendet elektromagnetische Strahlung unterschiedlichster Wellenlängen aus. Der Anteil der Strahlung, welcher zur Erde gelangt, wird an der Erdatmosphäre zum Teil reflektiert (gerichtet und gestreut) oder absorbiert (vgl. Kapitel 10.3.1.3). Der transmittierende Rest, welcher an der Erdoberfläche ankommt, wird als „Globalstrahlung" bezeichnet (Endlicher 2007b, 201).

Die Wärme aus der Globalstrahlung erwärmt die Erdoberfläche aufgrund von variierenden Bodenverhältnissen (Relief) und Bodenbedeckung (Feld mit oder ohne Vegetation, Wald, Ortschaft, Gewässer etc.) in unterschiedlichem Ausmaß. Die Bodenwärme hat auch direkten Einfluss auf die Lufttemperatur. Diese ist daher horizontal unterschiedlich verteilt, was durch die höhere Dichte warmer Luftmassen zu räumlich unterschiedlichem Luftdruck führt.

Die unterschiedlichen Luftdruckverhältnisse erzeugen die Gradientenkraft, welche gemeinsam mit der Corioliskraft (Erdrotation) und der Reibungskraft (aufgrund der Beschaffenheit der Erdoberfläche) kleinräumige (z. B. Wald-Feld-Windsystem), aber auch großräumige Luftströmungen mit horizontalen und vertikalen Komponenten entstehen lassen (Sönning, Keidel 1998, 23 f.; Beck 2007b, 231). Das Aerosol und vor allem die von der Erdoberfläche verdunsteten kleinen Wassertropfen sind in der Atmosphäre unterschiedlich dicht verteilt (etwa als Dunst oder Wolken) und werden über die Luftströmungen bewegt. Winde können also nicht nur warme oder kalte, sondern auch feuchte oder trockene bzw. „verschmutzte" Luftmassen bringen.

Lufttemperatur, Feuchtigkeit und Luftdruck sind die drei bestimmenden Faktoren für das Wetter, welches von den Menschen aufgrund von Sonnenschein, Bewölkung,

Niederschlag, Temperatur und Wind wahrgenommen wird. Im deutschsprachigen Raum unterscheidet man Wetter, Witterung und Klima (Glaser 2007a, 190):

Wetter: der momentane Zustand der Atmosphäre an einem bestimmten Ort.

Witterung: der Wetterverlauf innerhalb eines bestimmten Zeitraumes.

Klima: die mittleren Werte der Witterung an einem bestimmten Ort.

Wetter spielte im täglichen Leben der Menschen eine extrem wichtige Rolle, sein Einfluss ist direkt spürbar. Man kann davon ausgehen, dass der (prä-)historische Mensch durch Beobachtung der Natur (Wolkenformationen, Windrichtung, Verhalten von bestimmten Tieren etc.) bedingt Prognosen für den Wetterverlauf der folgenden Tage erstellen konnte. Der Begriff „Witterung" findet im englischen Sprachraum keine Anwendung (Strömmer 2003, 11). Das Klima wird anhand von unterschiedlichen Variablen der Atmosphäre gemessen und beschrieben (Temperatur, Niederschlag, vorherrschende Windrichtungen etc.). Diese sogenannten Klimaelemente werden durch zahlreiche Klimafaktoren beeinflusst: etwa durch Sonnenaktivität, Höhenlage, geografische Breite, Globalstrahlung, Präzession der Erdachse, Sonnenfleckenaktivität, Plattentektonik, Meeresströmungen, Distanz zum Meer, lokale Zusammensetzung der Erdatmosphäre, Vegetation oder Vulkanaktivitäten, um nur einige der bestimmenden Faktoren zu nennen (Glaser 2007b, 193).

Man unterscheidet mit Effektiver und Genetischer zwei Arten der Klimaklassifikation. Bei der effektiven Klassifikation werden die Grenzen des entsprechenden Klimas durch die Verbreitung bestimmter Vegetationsarten definiert (z. B. Baumgrenze). Genetische Klimaklassifikationen basieren in erster Linie auf den oben genannten Klimaelementen, welche zum Teil von großräumigen Zirkulationssystemen in der Erdatmosphäre bestimmt werden. Daneben gibt es noch Regional- und Lokalklimata mit räumlichen Ausdehnungen zwischen 100 m und 100 km. Diese entstehen durch kleinräumige Bedingungen der Topografie, der Vegetation oder auch der Bodentypen, welche sich auf die Lufttemperatur und den Niederschlag auswirken. Diese „Standortklimata" reagieren besonders empfindlich auf anthropogene Veränderungen (Beck 2007b, 229).

Neben dieser räumlichen Dimension existiert auch die für den Archäologen besonders wichtige historische Dimension des Klimas. Wie aus der soeben genannten Liste der klimabestimmenden Faktoren ersichtlich, sind viele der aufgezählten Variablen nicht stabil. Vielmehr verändern sich die meisten von ihnen in unterschiedlich langen Zeiträumen (Dincauze 2000, 140–158). Einige Veränderungen laufen zyklisch ab (etwa die Rotation der Erde um sich selbst und rund um die Sonne, die Sonnenfleckenaktivität oder die Präzession der Erdachse), andere verlaufen linear. Die Auswirkungen der einzelnen Faktoren lassen sich dabei oft nicht oder nur unzureichend erfassen, da sich die zyklischen und linearen Änderungen gegenseitig überlagern, verstärken oder abschwächen: Viele Faktoren stehen in einer komplexen Wechselwirkung zueinander. Dies bedeutet, dass auch das Klima nicht stabil sein kann, sondern sich ständig wandelt. Ist es schon schwierig, genaue Prognosen für den Wetterverlauf der nächsten Tage zu erstellen, so ist es ungleich schwieriger, das Klima zu verstehen und seinen zukünftigen Verlauf festzulegen.

Um diese historische Dimension zu erforschen, müssen die unterschiedlichen Paläoklimata eines Ortes rekonstruiert werden (Dincauze 2000, 163–187). Da das Klima an sich eine abstrakte Idee und somit nicht direkt beobachtbar ist (vgl. Evans 2003, 96), bedient man sich unterschiedlichster Methoden, um ein ehemaliges Klima bzw. zumindest einige seiner Elemente anhand seiner Auswirkungen, welche sich in unterschiedlichen Gesteinen, Sedimenten, Eisablagerungen, Ökofakten oder historischen Texten etc. überliefert haben, zu rekonstruieren. Je nach zeitlichem Maßstab werden dabei unter anderem Meeresbohrkerne, Sedimentgesteine, Eisbohrkerne, Pollenproben, Paläoböden, Jahresringe von Bäumen, Warven oder historische Aufzeichnungen untersucht (Dincauze 2000, 178 ff.; Glaser 2008, 13–52).

6.1.3 Klima und Landschaft

Das Klima, welches zumindest in den lokalen Varianten von den anderen Komponenten der physischen Struktur beeinflusst wird, hat direkte Auswirkungen auf die Ausgestaltung der Umwelt. Nicht zuletzt deshalb ist eine effektive Klimaklassifikation, welche sich auf die Verbreitung bestimmter Vegetationstypen stützt, überhaupt möglich. Die Auswirkungen des Klimas bzw. Klimawandels beziehen sich auf alle anderen Sphären, betreffen jedoch primär Hydrosphäre und Biosphäre.

Bei einem über einen längeren Zeitraum konstanten Klima entstehen in der Natur üblicherweise stabile Gleichgewichtszustände. Diese werden im Zuge eines Klimawandels destabilisiert, was zu entsprechenden Veränderungen in der physischen Struktur der Landschaft führt. Eine durch den Klimawandel veränderte Umwelt hat natürlich auch Auswirkungen auf den Menschen. Unbestritten ist, dass landwirtschaftlich ausgerichtete Gesellschaften von Wetter, Witterung und Klima abhängig sind. Ein stabiler, in seinen Grundzügen vorhersagbarer alljährlicher Ablauf der Wetterphänomene ist Voraussetzung für das erfolgreiche Kultivieren von Getreide. Klima gilt somit als einer der be-

stimmenden Faktoren für die landwirtschaftliche Produktion und damit für die Lebensgrundlage der Bevölkerung (Nüsser et al. 2005, 365).

Nicht zuletzt deshalb werden immer wieder klimatische Änderungen als mögliche Erklärung für sozialen und kulturellen Wandel herangezogen. Im Zuge der seit einigen Jahren omnipräsenten Berichterstattung um den momentan stattfindenden Klimawandel haben solche Erklärungsmodelle Hochkonjunktur (zuletzt u. a.: Behringer 2008; Fagan 2002; Sirocko 2009; Glaser 2008; Diamond 2006; Kaniewski et al. 2008). Zudem zeichnen sich in letzter Zeit anhand der rapide anwachsenden Menge an Klimadaten Szenarios ab, in welchen es zu abruptem, rasch verlaufendem Klimawandel kommt (Steffensen et al. 2008). Direkte, vom Klimawandel hervorgerufene Reaktionen (technischer und sozialer Wandel, Migration) der betroffenen Menschen werden immer häufiger argumentiert (Rowland 2008, 390). Rapp und Hill verweisen auf Arbeiten, welchen zufolge der Kollaps der Tiwanaku Zivilisation rund um den Titicaca-See oder der dramatische Bevölkerungsrückgang während der späten klassischen Periode der Maya aufgrund plötzlicher klimatischer Veränderungen ausgelöst worden seien (Rapp, Hill 2006, 190). Detlef Groneborn stellte eine Arbeitshypothese zur Diskussion, in welcher er eine Verbindung zwischen Klimawandel und den im Zuge der Neolithisierung stattfindenden sozialen Veränderungen sieht (Groneborn 2009). Der Klimawandel wird auch als wichtiger auslösender Faktor der Völkerwanderung herangezogen. Wolfgang Behringer bringt auch zahlreiche weitere Beispiele jüngeren Datums (Behringer 2008). Er ist der Meinung, dass der Einfluss des Klimas auf die historischen Ereignisse der Menschheitsgeschichte viel größer war, als in archäologischen und historischen Kreisen bisweilen angenommen wird.

Inwieweit sich jedoch historische Ereignisse als direkte Folge klimatischer Veränderung argumentieren lassen, ist bislang nicht geklärt und wird mitunter höchst unterschiedlich gewertet. So kritisiert Dena Dincauze simple Kausalverhältnisse zwischen historischen Ereignissen und klimatischen Ursachen (Dincauze 2000, 188 ff.). Eine annähernde Gleichzeitigkeit zwischen großräumigen Ereignissen und klimatischen Veränderungen müsse nicht zwangsläufig ein kausales Verhältnis bedingen. Sie zeigt anhand des Ulmensterbens, welches am Übergang vom Atlantikum zum Subboreal vor etwa 5.000 Jahren stattfand, dass neben dem klimatischen Erklärungsmodell mindestens vier andere Modelle in Betracht gezogen werden können (darunter menschliche Übernutzung, Zurückdrängen durch Ausbreitung des Menschen, Bodendegradation, Krankheit). Die Theorie, welche das Klima als Verursacher sieht, wird heute in weiten Kreisen nicht mehr favorisiert. Rapp und Hill diskutieren in diesem Zusammenhang auch das Aussterben der Großsäuger Nordamerikas am Ende der Eiszeit. Auch hier ist der Klimawandel als alleiniger Verursacher nicht mehr allgemein anerkannt. Vielmehr wird immer öfter die Beteiligung des (über)jagenden Menschen betont (Rapp, Hill 2006, 194).

Daher mahnt D. Dincauze zur Vorsicht vor allzu deterministischen Klimaszenarien (Dincauze 2000, 162). Dies soll nicht zwingend bedeuten, dass klimatische Ursachen keine auslösende Funktion für historische Ereignisse hätten. Dennoch tut der Archäologe gut daran, auch andere Szenarien und Möglichkeiten abseits vom Klimawandel in seine Ursache-Wirkung-Modelle mit einzubeziehen. So diskutiert John G. Evans das Fallbeispiel der mittelalterlichen und neuzeitlichen Besiedlung der Lammermuir Hills im Südosten Schottlands, welche von den klimatischen Verhältnissen her eine Randzone des Haferanbaus darstellen. Er argumentiert, dass eine klimatische Verschlechterung nicht zwingend zur Aufgabe von Siedlungen geführt haben musste, da ja auch die Gründe für die Besiedlung solcher klimatischer Randlagen nicht unbedingt ökonomisch bedingt sein müssen. Es wäre denkbar, dass man aus sozialen Gründen bewusst in klimatischen Randzonen siedelt:

„Far from being poorly adapted to these upland areas and living at the edge of subsistence levels, these farmers were actively using the marginality of the land to engender cooperation, greater social intercourse, opportunities for expression and the emergence of new ideas“ (Evans 2003, 111).

So werden zum Beispiel für die Besiedlung Islands durch die Wikinger vor allem soziale Gründe angegeben: Demnach seien viele Siedler vor der finanziellen und rechtlichen Unterdrückung durch König Harald nach Island geflohen (Byock 1990, 53).

Natürlich haben Klima bzw. Klimawandel Auswirkungen auf die soziale Ebene. So zeigen kurzfristige klimatische Schwankungen und extreme Wetterereignisse neben den damit einhergehenden wirtschaftlichen Folgen auch soziale oder politische Konsequenzen (Evans 2003, 219). Religiöse Deutungen von Hochwasserereignissen oder Dürren sind nicht nur aus dem jüdisch-christlichen Glauben überliefert und wurden von Gruppierungen mitunter gezielt zum Machtausbau oder zur Erreichung sonstiger eigener Interessen genutzt (vgl. Brown 1997, 294; Evans 2003, 98).

6.2 Lithosphäre

Die Lithosphäre ist die etwa 100 km dicke äußerste Schale der Erde und besteht aus der zwischen 5 und 40 km mächtigen Erdkruste und dem obersten, festen Erdmantel. Im Unterschied zum Erdkern und dem inneren Erdmantel ist sie relativ kühler, starrer und aus eher leichten chemi-

schen Elementen aufgebaut (Press, Siever 1995, 10 f.). Sie ist in etwa ein Dutzend Teile, den sogenannten Lithosphärenplatten zerbrochen, die sich auf der zähflüssigen Asthenosphäre treibend langsam in unterschiedliche Richtungen bewegen (Plattentektonik) (Goudie 2002, 14).

Die Lithosphäre setzt sich zum überwiegenden Teil aus leichten chemischen Elementen zusammen: Zu 99 % besteht sie aus nur 8 Elementen, welche der Häufigkeit nach Sauerstoff, Silicium, Aluminium, Eisen, Magnesium, Kalzium, Kalium und Natrium sind (Press, Siever 1995, 11, Abb. 1.8). Diese Elemente und deren Verbindungen sind die Grundbestandteile der Gesteine und Sedimente, welche im übertragenen Sinn als „Skelett" unsere Landschaft prägen. Sie bilden somit die Oberfläche, auf der wir leben. Die Erdkruste stellt wichtige Ressourcen zur Verfügung: Sie beinhaltet die Rohstoffe unseres täglichen Lebens wie Salz, Ton, Metalle, Schotter, Bausteine oder Quarz.

Der in der Lithosphäre vonstattengehende Wandel vollzieht sich in unterschiedlichen zeitlichen Maßstäben. Je größer der Maßstab, desto längere Zeitspannen sind notwendig, um Veränderungen erkennen zu können. Während sich etwa die Mikrotopografie verhältnismäßig rasch wahrnehmbar verändern kann, vollzieht sich die Auffaltung oder Abtragung eines Gebirges so langsam, dass selbst mehrere Generationen keinen sichtbaren Wandel feststellen können (wenn man von vulkanischen Ereignissen absieht). Die von Alfred Wegener postulierte „Kontinentalverschiebung" (heute benutzt man das Konzept der Plattentektonik) war bis vor wenigen Jahrzehnten eine vielfach belächelte Theorie. Die langsame Bewegung der Kontinente (so driften Europa und Amerika mit einer Geschwindigkeit von etwa 2 cm pro Jahr auseinander) konnte erst vor verhältnismäßig kurzer Zeit durch Messung und Kartierung der Magnetisierung des Meeresbodens überhaupt beobachtbar gemacht werden (Press, Siever 1995, 458; Goudie 2002, 10 ff.).

Im Rahmen der Landschaftsarchäologie scheint die Lithosphäre besonders wichtig, da sie jene Elemente beinhaltet, denen in den Auswertungen am meisten Raum gewidmet wird: Relief und Böden. Diese zählen neben der Nähe zu Wasser zu den am häufigsten genannten Standortfaktoren, wobei jedoch nicht gesichert ist, inwieweit man die heutigen Verhältnisse – vor allem was die Böden betrifft – auch auf frühere Zeiten übertragen kann. Bevor auf diese Diskussion näher eingegangen werden kann (vgl. Kapitel 8.2.3.1), sollen jedoch die Elemente, Prozesse und Ausformungen der Lithosphäre dargestellt werden.

6.2.1 Relief

Neben den Böden ist das Relief die für die Siedlungs- und Landschaftsarchäologie wichtigste materielle Ausprägung der Landschaft. Seine Entstehung und Formgebung aus einer komplexen Wechselwirkung zwischen unterschiedlichsten Prozessen und Faktoren aus Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre, Biosphäre oder aus dem Weltall (Meteoriten) ist Gegenstand der Geomorphologie (Mäusbacher 2007).

Frank Ahnert macht auf einen terminologischen Widerspruch aufmerksam: *Relief* bezeichnet im Englischen eigentlich den Höhenunterschied innerhalb eines bestimmten Raumes, was unserem Begriff „Reliefenergie" entsprechen würde. Das, was wir gemeinhin unter „Relief" verstehen, wird im Englischen als *landform* bezeichnet (Ahnert 1996, 13). Anders als Ahnert, der zur Lösung dieses terminologischen Problems in seinem Buch zur Geomorphologie in Anlehnung an die englische Wortwahl den deutschen Begriff „Landform" verwendet, soll hier jedoch der bei uns gängige Begriff „Relief" beibehalten werden.

6.2.1.1 Ausformung des Reliefs

Für die Ausformung des Reliefs ist die zugrunde liegende Lithologie, also die Struktur des Gesteinsmaterials ausschlaggebend. Diese wird im Lauf der Zeit durch endogene, exogene und extraterrestrische Formungsprozesse, welche durch Faktoren wie Klima, Relief, Lithologie, Tektonik oder Zeit gesteuert werden, umgestaltet (Schmidt 2007b, 284).

Zu den endogenen Formungsprozessen gehören beispielsweise Tektonik und Vulkanismus; exogen sind die gravitative Massenbewegung (oft ausgelöst durch Erdbeben, extreme Niederschläge oder den Menschen), Denudation (flächenhafte Abtragung) sowie fluviale, äolische, litorale, (peri-)glaziale oder anthropogene Prozesse (Gebhardt et al. 2007a, 287–320). Die weltweit bislang bekannten 173 Einschlagkrater von Meteoriten sind Resultate extraterrestrischer Prozesse (Kelletat 2007, 316). Diese Prozesse wirken in unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Maßstäben. D. Dincauze (2000, 198 ff.) unterscheidet zwischen Mega- (global und kontinental), Makro- (Gebirge), Meso- (regional und lokal) und Mikro-Maßstäben (lokal, kleiner als 1 km²).

Somit ist unser heutiges Relief Ergebnis einer Vielzahl von Prozessen und den sie steuernden Faktoren, die über unterschiedlich lange Zeiträume auf unterschiedlich großen Maßstäben zum Teil in komplexer Wechselwirkung auf die Erdoberfläche eingewirkt haben. Ähnlich wie die Böden befindet sich auch das Relief in ständiger Entwicklung. Je nach Ort und Zeit waren und sind jeweils andere der oben genannten Prozesse für die Ausformung und den stetigen Wandel des heutigen Reliefs verantwortlich. Der Wandel kann je nach Steuerungsfaktoren drastisch schnell oder ei-

nem annähernd stabilen Zustand ähnlich sehr langsam vonstattengehen.

6.2.2 Verwitterung und Sedimente

Sobald ein Gestein an der Erdoberfläche zu liegen kommt, ist es unterschiedlichsten Verwitterungsprozessen ausgesetzt, welche das Gestein zerkleinern, dessen Oberfläche formen oder seine mineralogische Zusammensetzung modifizieren. Es entstehen dabei Sedimente. Der Begriff „Verwitterung" (*weathering*) lässt dabei bereits erahnen, dass Wetter und somit auch Atmosphäre und Klima bei diesen Prozessen eine wesentliche Rolle spielen (Ahnert 1996, 88).

Man unterscheidet physikalische (mechanische) und chemische Verwitterung. Bei der physikalischen Verwitterung werden aufgrund von Temperatur- und Feuchtigkeitsunterschieden, Druck (etwa durch Eis, Salz oder Pflanzenwurzeln) oder durch Lebewesen Gesteine und Sedimente mechanisch zerkleinert. Bei der chemischen Verwitterung werden bestimmte Bestandteile der Gesteine und Sedimente durch Gase und Wasser gelöst und somit die chemische Zusammensetzung des Gesteins verändert (Waters 1992, 16 f.; Ahnert 1996, 88 ff.; Faust, Kleber 2007).

Physikalische und chemische Verwitterung treten meist gemeinsam auf. Michael R. Waters nennt drei Produkte, welche dabei anfallen: (1) zerkleinertes Gestein unterschiedlicher Größe; von großen Felsblöcken bis zu kleinen Mineralkörnern, (2) sekundäre Mineralien, z. B. Ton und (3) herausgelöste chemische Bestandteile (Ionen und Oxide) (Waters 1992, 17).

Verwittertes, abgelagertes Gesteinsmaterial wird auch als Sediment bezeichnet. Je nach Entstehung unterscheidet man klastisches (durch physikalische Verwitterung entstanden), chemisches (aus der chemischen Verwitterung), biogenes (Ablagerung toter Organismen) und anthropogenes Sediment (Rapp, Hill 2006, 29 ff.; Waters 1992, 16 und 32 f.). An der Erdoberfläche abgelagerte Sedimente sind einerseits weiterer Verwitterung ausgesetzt und können andererseits durch Wind, Wasser, Eis, Menschen oder andere Faktoren transportiert und woanders wieder abgelagert werden. Die dabei vorherrschenden Prozesse haben Auswirkungen auf geomorphologische Lage, Struktur und physikalische Eigenschaften des abgelagerten Sediments.

6.2.3 Sedimentarten und ihre Bedeutung

D. Dincauze nennt folgende, den Archäologen interessierende Fragestellungen in Bezug auf ein Sediment (Dincauze 2000, 260): Ursprung des Materials, Medium des Transports, Umwelt der Ablagerung und spätere natürliche und kulturelle Veränderungen des abgelagerten Sediments (siehe auch Tucker 1985, 2 ff.). Diese Fragestellungen lassen sich in der Regel durch Beobachtung von Lage, mineralogischer Struktur und physikalischer Eigenschaft rekonstruieren und soll im Folgenden kurz erläutert werden.

6.2.3.1 Sedimentarten nach ihrer Entstehung

Klastische Sedimente bestehen aus durch physikalische Verwitterung zerkleinertem Gestein. Ihre Einteilung basiert auf ihrer jeweiligen Korngröße. Struktur und physikalische Eigenschaften (Farbe, Korngröße, Sortierung, mineralogische Zusammensetzung, Morphologie oder Struktur) lassen Schlüsse auf Faktoren wie zum Beispiel Herkunft, Transportmedium, Energieaufwand, Dauer des Ablagerungsprozesses oder danach stattfindende Veränderungen zu (Wilkinson, Stevens 2003, 50 ff.; Rapp, Hill 2006, 29 ff.; Waters 1992, 19 ff.).

Wichtig erscheinen Korngrößenverteilung und Sortierung, also die Textur des Sediments. Es gibt in der Literatur unterschiedlichste Einteilungen von Korngrößen. Maurice E. Tucker beschreibt vier Körnungsklassen (und deren Untergruppen), die von kleinen zu großen Durchmessern folgendermaßen bezeichnet werden (Tucker 1985, 14):

- Ton – kleiner als 0,002 mm,
- Silt (Fein-, Mittel-, Grobsilt) – 0,002 bis 0,063 mm,
- Sand (Fein-, Mittel-, Grobsand) – 0,063 bis 2,0 mm und
- Bestandteile über 2,0 mm (eckig: Grus, Feinsteine, Mittelsteine, Grobsteine, Blöcke; gerundet: Feinkies, Mittelkies, Grobkies, Gerölle, Blöcke)

Die Korngröße eines Sediments gibt Auskunft über die für seinen Transport notwendige Energie und somit über die Umweltverhältnisse, die zum Zeitpunkt der Ablagerung geherrscht haben müssen. Für Korngrößen größer als mittlerer Silt gilt, je größer die Partikel eines Sediments sind, desto höher ist auch der Energieaufwand für seinen Transport. Während zum Beispiel Löss auch mit relativ geringem Energieaufwand (etwa durch Wind) über weite Strecken transportiert werden kann, sind für Kies wesentlich höhere Energien nötig. Diese werden üblicherweise nur durch fließendes Wasser oder im Zusammenhang mit Hangrutschungen oder Eis erreicht (Rapp, Hill 2006, 32 ff.).

Die Sortierung, das heißt die Standardabweichung der Korngrößenverteilung, gibt nach Keith Wilkinson und Chris Stevens unter anderem Hinweise auf eine eventuelle anthropogene Ursache der Ablagerung (Wilkinson, Stevens 2003, 54). Die mineralogische Zusammensetzung des Sediments ist wichtig für die Herkunftsbestimmung und lässt aufgrund der zu überwindenden minimalen Distanz auch Rückschlüsse auf die Art des Transportes zu.

Chemische Sedimente entstehen oft in der Nähe ihres verwitterten Ausgangsmaterials (Salze können jedoch auch

sehr weit transportiert werden), wo die im Wasser gelösten Substanzen aufgrund chemischer Reaktionen oder biologischer Prozesse gebunden werden (Waters 1992, 28 f.). Am häufigsten finden sich Kalzit, Steinsalz, Gips, Eisenoxid, Sulfate und Phosphate, deren Vorkommen und Lage Hinweise auf vergangene Umweltbedingungen geben (Rapp, Hill 2006, 35).

Als *biogene Sedimente* bezeichnet man Ablagerungen, die entweder aus Resten von Organismen unter Luftabschluss oder durch deren Skelette entstehen. Durch die zum Teil guten Erhaltungsbedingungen eignen sie sich hervorragend zur Rekonstruktion der Paläoumwelt (Waters 1992, 31; Rapp, Hill 2006, 37).

Neben diesen Sedimentarten erwähnt Michael Waters auch die *anthropogenen Sedimente*, welche die Stratifikation archäologischer Fundstellen bilden (Waters 1992, 32 f.), hier aber nicht weiter besprochen werden.

6.2.3.2 Sedimentarten nach Transportmedium

Sedimente kann man auch nach den bei ihrer Ver- und Ablagerung verantwortlichen Vorgängen klassifizieren. Wie bereits oben erwähnt, können Sedimente je nach Korngröße sehr mobil sein, und durch unterschiedliche Medien und Prozesse transportiert werden. Dabei werden mitunter beträchtliche Distanzen überwunden. Je nach den Prozessen, die für den Transport und die Ablagerung von Sedimenten verantwortlich sind, unterscheidet man äolische (Dünensand, Löss), alluviale (fluviatile Kiese in Überschwemmungsebenen und Schotterterrassen), glaziale (Moränenmaterial, Findlinge), pyroklastische (Vulkanasche), kolluviale und andere Sedimente. Durch Identifizierung des entsprechenden bildenden Faktors können Geologen Aussagen zur Umwelt zum Zeitpunkt der Deponierung machen (Waters 1992, 37).

6.2.4 Böden

Nach D. Dincauze wird der Begriff „Boden" je nach Anwendungsgebiet unterschiedlich definiert (Dincauze 2000, 261 f.). Für den Archäologen dürfte wohl die Definition von Dominik Faust am nächsten kommen, nach welcher der Boden der „extrem dünne, oberste belebte Bereich der Erdoberfläche von der Streu bis zum anstehenden Gestein oder unverwitterten Lockersediment" ist (Faust 2007b, 362).

Ausgangspunkt für die Bodenbildung ist in jedem Fall ein oberflächlich anstehendes Sediment, egal ob es vor Ort entstanden ist oder über eine mehr oder weniger große Distanz herantransportiert wurde. Die Herausbildung von Böden im obersten Bereich dieses Sediments ist ein langwieriger Prozess, der eine Phase der Stabilität benötigt. Dies bedeutet, dass in Zeiten großer Reliefveränderungen, während derer an einer Stelle mehr oder weniger kontinuierlich Material akkumuliert oder erodiert, keine Böden entstehen können (Rapp, Hill 2006, 40). Böden können jedoch im Laufe der Zeit auch durch weitere Sedimentation begraben werden.

6.2.4.1 Faktoren der Pedogenese

In einer stabilen Phase können nun verschiedene bodenbildende Faktoren und Prozesse auf das Sediment einwirken. Generell zählt man dabei mehrere für die Bodenbildung wesentliche Variablen auf: Klima, Ausgangsgestein bzw. Sediment, Relief, Wasser, Flora, Fauna, Einwirken des Menschen und Zeit (Faust 2007b; Ahnert 1996, 112; Waters 1992, 53).

Ausgangsgestein, Klima und Zeit gelten als die wichtigsten Faktoren. Die sich mit den Jahreszeiten verändernden Temperaturen und Niederschläge sind, wie bereits weiter oben angeführt, hauptverantwortlich für die Verwitterung und beeinflussen somit Bodenart und Bodenprofil in direkter Weise. Das jeweilige Ausgangsgestein bestimmt die mineralogische Zusammensetzung, Korngröße und Farbe des Bodens. Das Relief hat Einfluss auf das lokale Klima, bestimmt die Fließrichtung von Wasser beziehungsweise den Wasserhaushalt und beeinflusst Erosions- und Akkumulationsraten. Wasser beziehungsweise Feuchtigkeit ist als Medium der chemischen Verwitterung extrem wichtig für die Stoffverlagerung innerhalb des Bodenprofils und somit ein wesentlicher Faktor für die Herausbildung bestimmter Bodenhorizonte. Flora und Fauna bilden das organische Substrat und beeinflussen Erosionen und Wasserhaushalt (Faust 2007b, 362 f.; Waters 1992, 55). Die Auswirkungen des Menschen sind zum Teil gravierend und werden noch weiter unten besprochen (vgl. Kapitel 6.2.6.1).

In Abhängigkeit von diesen Faktoren spielen sich zahlreiche bodenbildende Prozesse ab, die man in Transformationsprozesse und Translokationsprozesse unterteilen kann (Schroeder 1992, 90). Zu den wichtigsten Prozessen zählt M.R. Waters: (1) die Zuführung von (organischem) Material durch Oberflächenvegetation und Tiere, (2) dessen Zersetzung und Umwandlung in Streu, Huminstoffe und Mineralien, (3) die vertikale Verlagerung von Bestandteilen innerhalb des Bodenprofils und (4) die Reduzierung von chemischen Bestandteilen (Waters 1992, 41). Im Detail werden diese Prozesse bei Scheffer et al. aufgeführt und diskutiert (Scheffer et al. 1998, 381–403).

Zuletzt soll noch kurz auf den Faktor Zeit eingegangen werden. Die Bodenbildung startet normalerweise an der Oberfläche und erfasst im Laufe der Zeit auch tiefere Regionen (Scheffer et al. 1998, 373). Die jeweilige Dauer, welche ein Boden benötigt um ein entsprechendes Entwicklungs-

stadium zu erreichen, lässt sich jedoch selbst für ein und denselben Bodentyp nicht vereinheitlichen. Das Bodenalter ist daher „kein Maß für (den) jeweiligen Entwicklungszustand eines Bodens“ (Schroeder 1992, 89). M.R. Waters gibt an, dass die Entwicklung des humusreichen obersten A-Horizontes in weniger als 100 Jahren möglich sei (Waters 1992, 55, Fig. 2.19). Für die Ausbildung weiterer Horizonte kann es mitunter Tausende von Jahren dauern. In Mitteleuropa sind die meisten Böden erst im Quartär entstanden und somit jünger als 12.000 bis 15.000 Jahre (Scheffer et al. 1998, 461).

6.2.4.2 Bodenbestandteile

Böden bestehen aus vier Komponenten: mineralische und organische Bestandteile, Bodenwasser und Bodenluft. Die jeweiligen Anteile sind nicht stabil und ändern sich im Lauf der Zeit. Die *mineralische Zusammensetzung* eines Bodens hängt in erster Linie vom Ausgangsmaterial und der vorherrschenden Verwitterung ab. Sie verleiht dem Boden die Festigkeit und ist wichtiger Nährstofflieferant für die Pflanzen. Der Anteil der jeweiligen Mineralien ist variabel. So können durch die Verwitterung mineralische Bestandteile abgebaut werden oder sekundäre Mineralien entstehen (Schroeder 1992, 12, 35).

Auch die *organischen Bestandteile* liefern wichtige Nährstoffe für die Pflanzen. Sie setzen sich in der Regel aus 80 bis 85 % Humus (abgestorbene organische Bodensubstanz), fünf bis 10 % Edaphon (Bodenorganismen) und etwa 10 % Pflanzenwurzeln zusammen. Die Bodenorganismen helfen den Humus in seine Huminstoffe zu zerlegen und diese wiederum in Mineralien abzubauen (Faust 2007a, 366). Die organischen Bestandteile „beeinflussen entscheidend den Wasser-, Luft- und Wärme-Haushalt des Bodens und damit die Bodenfruchtbarkeit“ (Schroeder 1992, 36).

Dem Boden wird *Wasser* in erster Linie durch Niederschläge zugefügt. Beim Bodenwasser unterscheidet man: das Oberflächenwasser, welches an der Oberfläche abfließt und für einen Teil der Erosion verantwortlich ist, das Sickerwasser, welches durch die Gravitation bis zum Grundwasser abfließt, sowie das Haftwasser, welches aufgrund unterschiedlicher Kräfte gegen die Schwerkraft an den Bodenpartikeln und in den Poren des Bodens gehalten wird. Prinzipiell gilt: je feiner die Körnung eines Bodens, desto mehr Gesamtoberfläche besitzt der Boden, wodurch er mehr Wasser an die Bodenpartikel binden kann (Schroeder 1992, 49; Faust 2007a, 367 f.).

Der Anteil der *Bodenluft* ist direkt abhängig von der Bodenart und der damit verbundenen Menge und Größe von Poren sowie von der Menge des vorhandenen Bodenwassers. Durch die Oxidation, welche mit dem in der Bodenluft vorhandenen Sauerstoff einhergeht, kommt es bei manchen Böden zu einer Rot- beziehungsweise Braunfärbung. Extrem nasse Böden, die sich zum Beispiel im Bereich des Grundwassers befinden und daher schlecht durchlüftet werden, sind von Reduktion und verhindertem Humusabbau geprägt. Das Ergebnis sind graugrüne „Reduktionshorizonte“ im Boden (z. B. Gleye) sowie die Anhäufung humosen Materials (z. B. Anmoor) (Faust 2007a, 368 f.).

6.2.4.3 Bodeneigenschaften

Ähnlich wie bei den Sedimenten sind auch bei den Böden Farbe, Korngrößenverteilung, Struktur, Grobanteil, Gefüge (räumliche Verteilung fester Bestandteile, Porosität), Wasserverhältnisse und mineralogische Zusammensetzung wichtige Eigenschaften, die Rückschlüsse auf ehemalige Umweltbedingungen zulassen.

Die wohl wichtigste Eigenschaft eines Bodens ist seine Korngrößenverteilung oder Textur. Sie bestimmt die *Bodenart* und gibt Auskunft über das relative Verhältnis der Körnungsklassen. Sie ist in erster Linie abhängig vom Ausgangsmaterial. Je höher der Prozentsatz an feinen Partikeln ist, desto mehr Feuchtigkeit kann ein Boden als Haftwasser binden und desto höhere Kohärenz besteht zwischen den Bodenteilchen. Solche feinkörnige, lehmige, schluffige oder tonige Böden, lassen sich schwer bearbeiten und werden infolge dessen als „schwere“ Böden bezeichnet. Böden mit grobkörniger Textur gelten als „leicht“ (Scheffer 1978, 109). Sie können weniger Feuchtigkeit binden, was einerseits Bedeutung für den Wasserhaushalt und in der Folge für die Landwirtschaft hat. Es zeigt aber auch Auswirkungen auf die Sichtbarkeit von Boden- und Bewuchsmerkmalen im Luftbild (vgl. Kapitel 10.4.2.3).

Die Korngrößenverteilungen oder Bodenarten sind in erster Linie auf die Verwitterungsprozesse sowie Verlagerungen, die während der letzten Eiszeiten des Pleistozäns stattgefunden haben, zurückzuführen. Als Produkte dieser Prozesse lagerten sich in unserem Raum (der außerhalb der alpinen Eisbedeckung vom periglazialen Klima geprägt war) Frostschuttdecken, fluviale Schuttkörper und Löss ab. Diese bildeten die Grundlage der Böden am beginnenden Holozän (Scheffer 1978, 109 f.). Die heutigen Bodenarten wurden aber auch durch Sedimente des Holozäns mitbestimmt, vor allem die „nacheiszeitlichen Hanglehmdecken, die überwiegend durch anthropogene Umlagerung von Lössmaterial entstanden“ sowie die in den Tälern daraus hervorgegangenen zum Teil mächtigen Auenlehmdecken (Scheffer 1978, 111).

Die *Farbe* ist ein Ergebnis der organischen und chemischen Zusammensetzung des Bodens. Ein hoher Anteil orga-

nischen Materials zeigt sich in einer dunklen Farbe (z. B. humusreiche Schwarzerde). Anhand der Farbe lassen sich aber auch, wie bereits weiter oben erwähnt, ehemalige Prozesse der Reduktion oder Oxidation erkennen (Waters 1992, 43), welche Auskunft über ehemalige Umweltverhältnisse geben.

Eine weitere, vor allem in der geophysikalischen Prospektion wichtige Eigenschaft von Böden ist deren *elektrische Leitfähigkeit*. Diese ist von unterschiedlichen Faktoren, etwa der Menge an Haftwasser oder dem Salzgehalt (Elektrolytgehalt) abhängig (Opp 2007, 373). Die *mineralogische Zusammensetzung* lässt in manchen Fällen Rückschlüsse auf die ehemalige Landnutzung zu. So zeigen zum Beispiel die im Rahmen der chemischen archäologischen Prospektion eingesetzten Phosphatanalysen (vgl. Kapitel 10.7) erhöhte Konzentrationen an Phosphaten an Stellen ehemaliger Siedlungen. Darüber hinaus werden unter anderem *pH-Wert* (wichtig für die Lösungsfähigkeit), *Säureneutralisierungskapazität* (Fähigkeit, den pH-Wert konstant zu halten), *Kationen- und Anionenaustauschkapazität* als wichtige Eigenschaften eines Bodens genannt (Opp 2007, 373).

6.2.4.4 Bodenhorizonte

Solange ein Boden nicht begraben wird, entwickelt er sich ständig weiter. In einer stabilen Umgebung kommt es dabei zur Ausbildung von sogenannten Bodenhorizonten. Im Gegensatz zur Sedimentation, bei der Sedimente schichtenweise angelagert werden, hat die Ausbildung von Horizonten eines Bodens nichts mit einer Stratifikation zu tun (Dincauze 2000, 261).

Die Bodenhorizonte zeigen sich im Bodenprofil, einem vertikalen Querschnitt von der Erdoberfläche bis zum anstehenden Gestein. Die einzelnen Horizonte werden standardmäßig mit Großbuchstaben bezeichnet. Diesen werden Kleinbuchstaben nachgestellt, welche bestimmte Merkmale der Horizonte bezeichnen. Vereinfacht gesagt beginnt ein gut entwickelter Boden mit einem A-Horizont, welche durch die starke Präsenz organischen Materials meist dunkel gefärbt ist. Wird der Boden gepflügt, so spricht man von einem Ap-Horizont, welcher durch die Pflugtätigkeit weitgehend homogenisiert ist. In der landwirtschaftlichen Praxis spricht man hier auch vom Oberboden (Scheffer et al. 1998, 373). Im Laufe der Zeit können Translokationsprozesse (Völkel 2007, 376) stattfinden, also vertikale oder horizontale Verlagerungen bestimmter Bestandteile des Bodens. Durch Auswaschungen aus dem Oberboden (v. a. Eisenoxid, Humus und Tonminerale) kann dies zur Ausbildung eines sogenannten B-Horizontes führen, einem „Mineralhorizont im Unterboden mit verändertem Mineralbestand durch Einlagerung aus dem Oberboden und/oder Verwitterung in situ“ (Scheffer et al. 1998, 405). Nachgestellte Kleinbuchstaben bezeichnen die Art der Anreicherung, z. B. B_t für tonakkumuliert, B_v für verbraunt oder verlehmt sowie B_s für eine Anreicherung von Eisen (Rapp, Hill 2006, 40). In den meisten Fällen endet das Bodenprofil nach unten hin mit einem C-Horizont, welcher das Ausgangsmaterial, aus dem der Boden entstanden ist, bezeichnet. In der Realität weisen zahlreiche Bodenprofile eine viel komplexere Abfolge von Horizonten auf. So gibt es Übergangs- und Subhorizonte, deren Bezeichnung in der Fachliteratur detailliert diskutiert wird (Waters 1992, 45; Rapp, Hill 2006, 39 f.; Schroeder 1992, 96 ff.; Scheffer et al. 1998, 405 ff.).

6.2.4.5 Bodentypen und deren Wandlung

Aus den charakteristischen Horizontabfolgen lassen sich Böden zu *Bodentypen* zusammenfassen, welche eine durch ähnlich gelagerte pedogenetische Faktorenkombinationen vollzogene gleiche Entwicklung aufweisen (siehe auch Kapitel 8.2.2). Die Namen der Typen ergeben sich oft aus ihrer Farbe (Schwarzerde) oder ihrem Kontext (Moor). Auch fremdsprachige Benennungen (Gley) oder Kunstnamen (Pelosol) werden vergeben (Scheffer et al. 1998, 410; Schroeder 1992, 98 f.).

Bodentypen sind das Ergebnis eines stetigen Wandels, der vor allem durch pedogene (vor allem aufgrund von Klima) und anthropogene Faktoren (beschleunigte Erosion, mit Hang- und Auenlehmbildung) hervorgerufen wird (Scheffer 1978, 116). Die stetige Weiterentwicklung der Böden kann aufgrund zeitlicher Abläufe, klimatischer Veränderungen oder unterschiedlicher räumlicher Lagen (z. B. entlang eines Hanges) (Schroeder 1992, 99) in *Bodentyp-Sequenzen* gefasst werden. Eine in unserem Raum häufig anzutreffende Bodentyp-Sequenz betrifft die Schwarzerde, welche sich im Falle einer tiefer als 60 cm reichenden Entkalkung zu Braunerde und Parabraunerde entwickelt. Bei letzterer kann sich durch vermehrte Tonpartikel im B-Horizont Niederschlagswasser stauen (Staunässe), was zu einem sekundären Pseudogley führt (Scheffer 1978, 112 f.; Scheffer et al. 1998, 433 f.). Die ursprünglich fruchtbare Schwarzerde degradiert also zusehends, wobei die Dauer dieses Vorganges unterschiedlich lang sein kann. Diese Entwicklung verläuft häufig unter Waldbewuchs und wurde dort verlangsamt, wo seit dem Neolithikum Ackerbau betrieben wurde (Scheffer et al. 1998, 424 f.). Andererseits gingen durch anthropogene Einflüsse andere Qualitätsminderungen einher (Scheffer 1978, 113).

Durch diese und andere Arten von Bodentyp-Sequenzen entstand das heutige Verbreitungsbild der Bodentypen, welches höchst uneinheitlich ist und Böden unterschiedlicher Entwicklungsstadien als nebeneinanderliegend zeigt

(Scheffer 1978, 112). Bodentyp-Sequenzen werden in der Archäologie gerne herangezogen, um aus den heute kartierten Böden ein prähistorisches Verbreitungsbild zu rekonstruieren, wobei man davon ausgeht, dass die Bodentypen im Lauf der Zeit verschlechtert haben. Dies muss aber nicht zwangsläufig der Fall sein (Scheffer 1978, 116).

6.2.5 Bodenerosion

Wie bereits weiter oben beschrieben, sind Sedimente und Böden durch ihre Körnigkeit mobil und können somit durch Schwerkraft, Wasser, Eis und Wind bewegt und über kleinere oder größere Distanzen transportiert werden – der Boden erodiert.

Bei der „Bodenerosion" unterscheidet man streng genommen die flächige Denudation durch Wasser (Spüldenudation) oder Wind (äolische Denudation oder Deflation) und die linienhafte Erosion (Rillen- und Grabenerosion). Da die Begriffe „nicht in jedem Einzelfall scharf voneinander zu trennen" sind (Ahnert 1996, 120), sollen im Folgenden die Begriffe „Erosion" und „Bodenerosion" stellvertretend für alle Prozesse der linien- oder flächenhaften Abtragung verwendet werden.

6.2.5.1 Erosion durch Wasser und Wind

Frank Ahnert unterscheidet verschiedene Typen von Erosionsprozessen, die in unterschiedlichen zeitlichen Maßstäben vonstattengehen (Ahnert 1996, 126 ff.): Sturzdenudation (Felsstürze, Bergrutsch), Kriechdenudation (kontinuierliche, mit 1–2 cm pro Jahr langsame Hangbewegung, etwa durch Frostwechsel), periglaziale Denudation (Gelifluktion, Kryoturbation), Spüldenudation und äolische Denudation oder Deflation.

In der Landschaftsarchäologie sind vor allem die letzten beiden Erosionserscheinungen von Interesse. Beide finden in der Regel an der Oberfläche statt. Die Größe des Abtrags ist von zahlreichen Faktoren, wie zum Beispiel Korngröße, Niederschlagsintensität, Hangneigung, Lage, Landnutzung und damit verbunden die Bodenbedeckung durch Vegetation abhängig. Großen Einfluss hat vor allem die Bodenbedeckung durch Vegetation: Bei dichter Vegetationsdecke findet eine Erosion praktisch nicht statt. Erst durch die Entfernung der schützenden Vegetation durch Rodung, Ackerbau oder Überweidung ist der Boden den Kräften der Erosion ausgesetzt (Redman 1999, 101). Ist die Vegetationsdecke gestört und Erosion prinzipiell ermöglicht, so sind Hangneigung und die Korngröße des Sediments (je feiner desto erosionsgefährdeter) wichtige Steuerungsfaktoren. Die Auswirkungen der durch Vegetation verminderten erosiven Prozesse zeigen sich besonders deutlich anhand der sogenannten Waldrandstufen: Die Oberfläche bewirtschafteter Felder liegt sichtbar tiefer als jene im geschützten Waldbereich. Dies lässt sich anhand detaillierter Geländemodelle deutlich darstellen (Abb. 2).

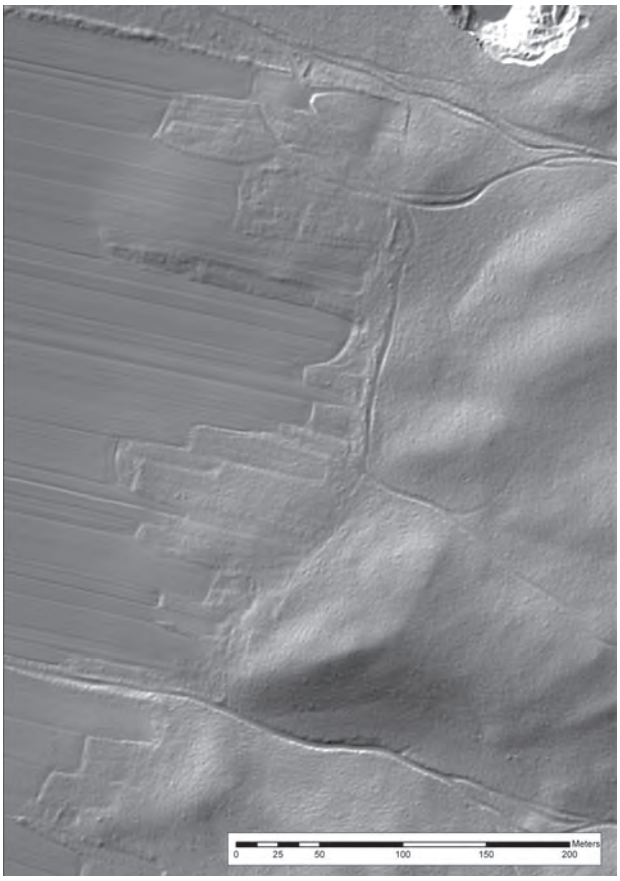


Abb. 2: Schattierte Darstellung eines aus Laserscandaten abgeleiteten DGM. Die rechte Bildhälfte ist bewaldet. Deutlich zeichnet sich die Waldrandstufe im Geländemodell ab (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Bei der Spüldenudation wird oberflächennahes Sediment durch fließendes Regen- oder Schmelzwasser hangabwärts verlagert. Bei Niederschlägen findet dann ein Oberflächenabfluss statt, wenn der Boden aufgrund von Sättigung oder aufgrund der zu großen Niederschlagsmenge das Wasser nicht mehr aufnehmen kann. Dabei kann es in Abhängigkeit von Vegetation, Hangneigung, Bodenglätte (z. B. Pflugrichtung quer oder parallel zum Hang), Niederschlagsintensität und Korngröße zu einer flächigen Abspülung, Rillen (lineare Abspülung entlang schmaler Bahnen), Röhren (pipes – durch Abfluss im Boden hervorgerufene röhrenförmige Hohlräume) oder Gräben (verbreiterte Rillen oder eingestürzte Röhren kommen (Ahnert 1996, 149 ff.). Abb. 3 zeigt die aus der Luft aufgenommenen Erosionsgräben an einem landwirtschaftlich genutzten Hang in Sizilien. Das erodierte Material stammt meist vom Ober- und Mittelhang



Abb. 3: Südwestlich von Salemi, Sizilien: Röhren und Gräben zeigen massive erosive Prozesse an (© Michael Doneus).



Abb. 4: Beispiel für äolische Denudation aufgrund landwirtschaftlicher Tätigkeit im Raum Hollabrunn (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

und wird in den unteren Hangbereichen akkumuliert – man spricht von einem Kolluvium (French 2003, 20).

Bei der äolischen Denudation werden im Normalfall Korngrößen bis zum Sand durch Wind bewegt (Abb. 4). Dies geschieht meist durch Saltation, d. h. das durch den Wind hervorgerufene bis zu einen Meter weite wiederholte „Springen" von Sandkörnern (Ahnert 1996, 155). Sand und vor allem Staub können auch über weite Strecken transportiert werden. So werden selbst in unseren Breiten des Öfteren Silt und Staub aus der Sahara abgelagert. Laut der Zeitschrift „GEO" vom 4. Jänner 2007 (http://www.geo.de/GEO/natur/oekologie/52357.html <September 2012>) werden pro Jahr etwa 240 Millionen Tonnen Staub von der Sahara bis ins Amazonasgebiet Südamerikas geweht und düngen dort den Regenwald. In den meisten Fällen findet der Transport von Sedimenten jedoch lokal begrenzt statt, etwa hangabwärts entlang einem Hügel. Je nach Windstärke und Körnigkeit des Materials können Decksande, Dünen oder Löss akkumuliert werden (Ahnert 1996, 158).

6.2.5.2 Erosionsraten und archäologische Bedeutung

Wolfram Schier erläutert die archäologische Bedeutung von Erosions- und Akkumulationsabfolgen entlang eines landwirtschaftlich genutzten Hanges (Schier 1990, 49): Da am Hangscheitel praktisch nur Erosion stattfindet, muss man dort mit geringer Bodenmächtigkeit und entsprechend zerstörten archäologischen Strukturen rechnen. Im Mittelhang zeigt sich ein großer „Materialdurchsatz": Einerseits wird Material vom Oberhang akkumuliert, andererseits erodiert es in Richtung Hangfuß. Archäologisch betrachtet können in diesem Bereich des Mittelhanges ehemalige Begehungshorizonte auch heute noch an der Oberfläche erhalten sein. Der Hangfuß ist in der Regel mit Kolluvium bedeckt. Ehemalige Begehungshorizonte sind begraben und im Fall von sehr mächtigen Bedeckungen muss man auch damit rechnen, dass unsere herkömmlichen Prospektionsmethoden (vor allem Begehung und Luftbildarchäologie) versagen. Andererseits kann man in diesen Bereichen auch mit einer noch gut erhaltenen Stratifikation rechnen. Die Menge des erodierten / akkumulierten Materials hängt sehr stark von der Hangneigung ab. Dies lässt sich besonders deutlich durch die magnetische Prospektion zeigen, etwa im Mag-

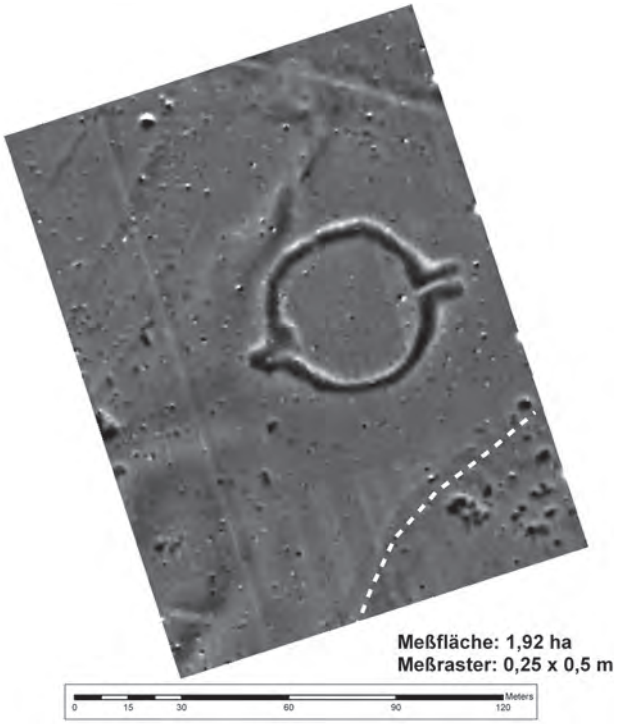


Abb. 5: Magnetogramm der Kreisgrabenanlage von Schletz, NÖ. Die strichlierte Linie zeigt die Grenze zum vom Kolluvium bedeckten Unterhang an. Dort finden sich auch die gut erhaltenen Siedlungsreste (© ArcheoProspections®).

netogramm der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Schletz in Niederösterreich. Im Bereich des Übergangs vom Mittelhang zum Hangfuß zeichnet sich die Grenze zwischen Erosion und Akkumulation deutlich ab (Abb. 5). Im Bereich mit akkumulierten Sedimenten sind die Reste der ehemaligen Siedlung deutlich besser erhalten.

Die Erosionsraten können also höchst unterschiedlich ausfallen. In von dichter Vegetation bewachsenen, landwirtschaftlich nicht genutzten Flächen findet sie praktisch nicht statt. Frank Press und Raymond Siever geben für Mitteleuropa einen mittleren Bodenabtrag von 0,1 mm pro Jahr an, wobei sie betonen, dass einzelne Extremereignisse auch lokal zu stärkerer Erosion führen können (Press, Siever 1995, 133). Für Deutschland fasst Thomas Saile einige Untersuchungen in einer Tabelle zusammen, wobei die durchschnittlich ermittelte jährliche Rate zwischen 0,2 mm und 2,68 mm variiert (Saile 2001, 95). Häufig werden verstärkte Erosionsraten durch menschliche Einflüsse wie Rodung und Ackerbau (speziell bei Anbau von Pflanzenarten, wie z. B. Mais, bei denen der Boden bis ins späte Frühjahr ohne schützende Vegetation verbleibt) in Verbindung mit Flurbereinigungen ausgelöst. Bei entsprechend ungünstigem Klima und Bodenart können auf diese Weise vermehrt extreme Erosionsereignisse stattfinden. Charles French erwähnt zum Beispiel hohe Erosionsraten in Spanien, wo aufgrund der extrem trockenen, vegetationslosen Böden bereits durch ein heftiges Gewitter Erdmaterial mehrere Meter hoch akkumuliert werden kann (French 2003, 22).

Vor allem aufgrund von verändertem Klima und Landnutzung (Bodenbedeckung) kann sich die Erosionsrate an ein und derselben Stelle im Laufe der Zeit mitunter drastisch verändern. So können sich Phasen der Stabilität mit solchen vermehrter Erosion oder Akkumulation abwechseln. Hans-Rudolf Bork et al. zitieren in diesem Zusammenhang die drei Regeln des Aktivitäts-Stabilitätskonzeptes nach Rohdenburg (Bork et al. 1998, 18): Vegetation schützt den Boden vor Erosion (Stabilitätsregel), diese Vegetation kann jedoch durch Klimaänderungen regional weitgehend zurückgehen, und ermöglicht somit die natürliche Erosion (Aktivitätsregel). Auch der Mensch kann durch sein Handeln (v. a. Rodung und Ackerbau) erosionsfördernd wirken (anthropogene Teilaktivitätsregel).

Als Beispiel dafür kann die Fundstelle bei Platt in Niederösterreich dienen. Im Laufe von zwei kleineren Grabungskampagnen konnten dort in den Jahren 2000 und 2001 mehrere Siedlungsstrukturen des Mittelneolithikums (Lengyel II), des Spätneolithikums (TRB-Baalberge) sowie der frühen Bronzezeit (Aunjetitz) stratigrafisch dokumentiert werden (Ruttkay, Harrer 1993). Aufgrund der Lage an einem Hangfuß war der gesamte gegrabene Bereich von einem etwa 0,5 bis 0,7 m mächtigen Kolluvium (bronzezeitlich oder jünger) bedeckt. Aufgrund der Stratigrafie der Fundstelle zeigte sich, dass dieses Kolluvium nicht kontinuierlich entstanden, sondern diese Stelle durch die Jahrtausende hindurch unterschiedlichen Erosions- und Akkumulationsregimen ausgesetzt war.

Der älteste Bereich, ein aus vier Gruben und regelmäßig angeordneten Pfostengruben bestehender Arbeitsplatz der Lengyelkultur (MOG Ib/IIa), war in den Jahrhunderten zwischen Aufgabe der Lengyel-Siedlung und der Wiederbenutzung im Jungneolithikum einer massiven erosiven Abtragung ausgesetzt: Sämtliche Gruben waren horizontal gekappt und die Pfostengruben waren nur noch seicht erhalten (Abb. 6, links). Dies bedeutet, dass einerseits der Bereich in diesen Jahrhunderten Erosionskräften ausgesetzt war, während von den oberen Hangbereichen kein oder nur geringfügig Material akkumuliert wurde. Dies könnte dafür sprechen, dass die Fundstelle selbst landwirtschaftlich genutzt wurde, während der Bereich oberhalb von einer Vegetationsdecke geschützt wurde. Diese Situation ändert sich frühestens seit dem Ende der frühen Bronzezeit.

Kurz nach Verlassen der frühbronzezeitlichen Siedlung, muss es noch einmal zu einer Erosion der Oberfläche gekommen sein, da sich die Kulturschicht der Frühbronzezeit nur noch in leichten Vertiefungen über älteren Gruben freigelegt werden konnte. Danach schützte ein Kolluvium, welches durch erosive Abtragung des Südhanges des benachbarten „Sandbergs“ entstanden sein dürfte, die tiefer liegenden Strukturen vor weiterer Abtragung (Abb. 6).

Erosions- und Akkumulationsraten konnten in diesem Fall nicht näher bestimmt werden. Es gibt jedoch einige Beispiele, wo man versucht hat, prähistorische und historische Erosionsereignisse zu quantifizieren. Bork et al. beschreiben einen 50 m langen Hang in Dahmsdorf (Ostbrandenburg), an dessen Ober- und Mittelhang seit der Bronzezeit Bodenmaterial mit einer Mächtigkeit von über 1,5 m verlagert wurde (Bork et al. 1998, 102 ff.). Sie schätzen die jährlich abgetragene Bodenmasse pro Hektar für die Bronze- und Eisenzeit auf 6,1 t und für das Mittelalter und die Neuzeit auf 8,4 t. Seit 1910 habe die Erosion extrem zugenommen und beträgt nun 33 t Bodenmaterial pro Hektar und Jahr. Dies übertrifft die oben angegebenen Schätzungen von F. Press und R. Siever von 0,1 mm pro Jahr bei Weitem.

Jörg Völkel bringt das Beispiel der Viereckschanze von Poigen im Landkreis Regensburg, wo es allein in der Spätlatènezeit zu einem Oberflächenabtrag von etwa 1,5 m Mächtigkeit gekommen sein muss, dessen Bodenmaterial an den unteren Hängen ein 1 m tiefes Kolluvium anhäuften (Völkel 1998, 541). Bei der angenommenen 300 Jahre

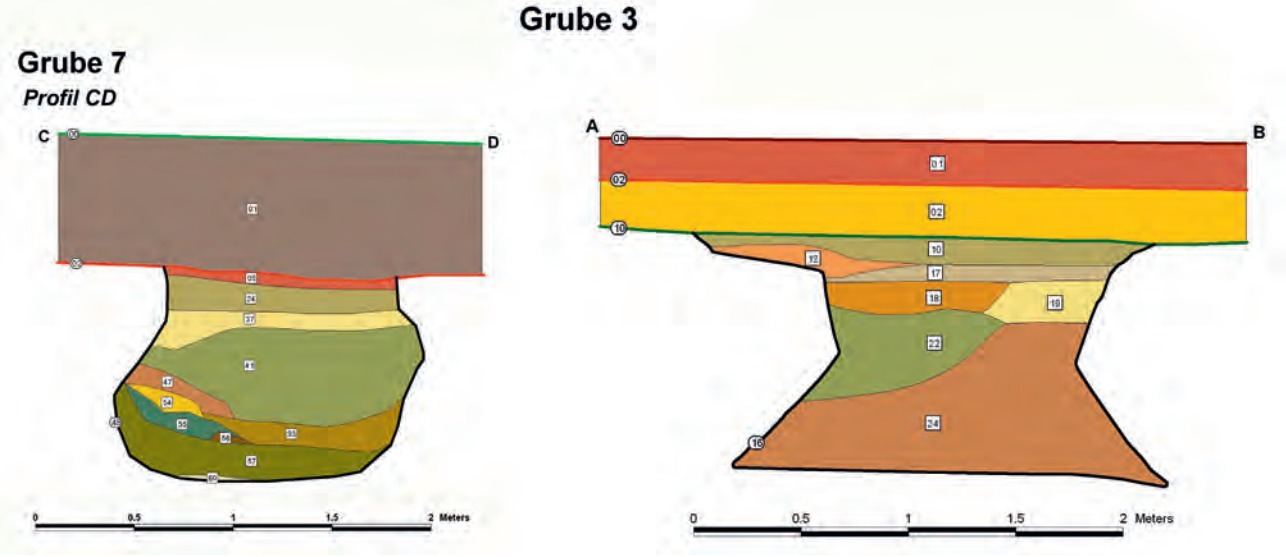


Abb. 6: Platt, NÖ. Profile zweier Gruben aus den Grabungskampagnen 2000 und 2001. Links: mittelneolithische, rechts: frühbronzezeitliche Grube (© Michael Doneus).

anhaltenden Nutzung des Gebietes in der späten Eisenzeit entspricht dies einer jährlichen Erosion von etwa 5 mm pro Jahr (Völkel 1998, 553).

Manchmal sind es einzelne Extremereignisse, welche drastische Auswirkungen auf Umwelt und Landschaft haben. Bork et al. beschreiben eine Lokalität in Glasow in Vorpommern, wo im Umfeld einer eisenzeitlichen Siedlung etwa 1,5 t Material pro Hektar und Jahr erodierten (Bork et al. 1998, 115). Auch während der weiteren Phasen ackerbaulicher Nutzung seit dem 12. Jahrhundert änderte sich diese eher moderate jährliche Menge an erodiertem Material nicht grundlegend. Dem gegenüber stehen zwei extreme Starkregenereignisse in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts, wobei insgesamt ein Abtrag von 2.650 t Boden pro Hektar, was einer Mächtigkeit von 15 cm entspricht, stattfand (Bork et al. 1998, 124–125). Die Auswirkungen vor allem der Starkregen-Katastrophe vom Juli 1342 dürfte nach Hans-Rudolf Bork und Stefan Dreibrodt verheerend gewesen sein und regional zu einer dauerhaften Verwüstung geführt haben (Bork, Dreibrodt 2007).

Renate Gerlach rechnet in Gebieten mit Löss mit noch weit extremeren Reliefveränderungen. Anhand der Landschaft des Pulheimer Tals, in der Nähe von Köln, konnte sie die drastischen Auswirkungen der Erosion für das Relief aufzeigen: Während der Höhenunterschied zwischen Tal und Hochflächen in prähistorischer Zeit noch etwa 8 m betrug, kam es durch Erosion während der römischen und nachrömischen Zeit zu massiven Verlagerungen von Bodenmaterial, deren Ergebnis eine Angleichung des Geländes auf eine heutige Höhendifferenz von nur mehr 3 m war. Stellenweise findet sich im Tal Kolluvium mit einer Mächtigkeit von 6 m (Gerlach 2003, 90). Renate Gerlach betont, dass es sich hier nicht um Einzelfälle handelt:

„Diese Beträge können als Regelfall in den Lösslandschaften angesehen werden. Noch im Mittelalter war daher das typische Bild einer Lösslandschaft eines mit stark bewegter Topografie und steilen Kerbtälern“ (Gerlach 2003, 90).

6.2.5.3 Auswirkungen der Bodenerosion

H.-R. Bork et al. haben sich in mehreren Publikationen mit den Auswirkungen des Menschen auf die Landschaften Mitteleuropas beschäftigt (Bork et al. 1998, 26 f.). In Bezug auf die Bodenerosion erwähnen sie einige Konsequenzen, die hier in aller Kürze wiedergegeben werden sollen:

Durch die Erosion werden das Typenspektrum der Böden und ihre kleinräumige Verteilung erhöht. Zwischen den Böden am Hang und den Kolluvien der unteren Hangbereiche zeichnen sich meist scharfe Grenzen ab (vgl. Abb. 5). Die Bodenerosion hat eine glättende Wirkung auf ein vorhandenes Mikrorelief (besonders deutlich anhand eines flugzeuggetragenen Laserscans zu erkennen: Abb. 7), Hangneigungen werden geringer und Höhenunterschiede geringfügig ausgeglichen. Darüber hinaus kommt es, sofern nicht vom Menschen gegengesteuert wurde, zu einer Herabsetzung der Bodenfruchtbarkeit. Linienhafte Erosionen in Form von Gräben können im Extremfall zur Bildung von größeren Einschnitten führen (z. B. im Lössgebiet), und die weitere landwirtschaftliche Nutzung bisweilen unterbinden (Bork et al. 1998, 27).



Abb. 7: Unterschiedliche Glättung des Reliefs: Der Bereich in der linken Hälfte des Bildes wird bereits seit Langem beackert, während der rechte Bereich noch von Wald bedeckt ist. Besonders deutlich kann man die glättende Wirkung an den Hohlwegen erkennen, welche im Bereich der Felder eingeebnet sind (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

6.2.6 Lithosphäre und Landschaft

Die Lithosphäre ist wohl jener Teil der physischen Struktur, welcher die Landschaft am deutlichsten prägt. Sie wird oft als das „Skelett" der Landschaft bezeichnet (z. B. Tilley 1994, 73), welches aus nur wenigen chemischen Elementen im Laufe von Jahrmillionen und Jahrmilliarden durch geologische Prozesse geformt wurde. Sie ist die „stabilste Komponente" der Landschaft und es bedarf großer Energien, um Änderungen in der Lithosphäre herbeizuführen (Rapp, Hill 2006, 192).

Die prinzipielle Ausformung der Lithosphäre ist durch die an einem bestimmten Ort vorherrschenden Gesteine und die Plattentektonik vorgegeben (Strukturform). Prozesse wie Verwitterung, Transport und Ablagerung von Material, welche durch Atmosphäre, Hydrosphäre, Lithosphäre und Biosphäre gesteuert werden, sind an ihrer weiteren Ausformung (Skulpturform) beteiligt und prägen die äußere Gestalt des Reliefs. Andererseits werden zahlreiche, die anderen Sphären betreffende Prozesse durch die Lithosphäre gesteuert und beeinflusst.

Somit stehen Atmosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre in einer komplexen Wechselwirkung zur Lithosphäre: Atmosphäre und Klima sind hauptverantwortlich für die physische und chemische Verwitterung. Die von den Niederschlägen der Atmosphäre gespeiste Hydrosphäre ist neben dem Wind der wichtigste Faktor für den massenhaften Transport von Sediment und seiner Ablagerung andernorts und somit hauptverantwortlich für die Ausgestaltung der Oberflächenform. Die Biosphäre ist ebenfalls am Prozess der Verwitterung beteiligt, und kann den Abtransport von Sediment erschweren und bisweilen verhindern. Alle Sphären sind wiederum bei der Herausbildung der Böden involviert, welche als Teil der Lithosphäre ihrerseits grundlegenden Einfluss auf die Biosphäre haben. Durch die Ausgestaltung der Oberflächenform, das Relief, beeinflusst die Lithosphäre ihrerseits das Klima (zumindest lokal) und die Hydrosphäre, indem sie die Fließrichtung und Abflussgeschwindigkeit von Wasser vorgibt.

Die Bedeutung der Lithosphäre für den Menschen manifestiert sich im Oberflächenrelief, in den vorhandenen Rohstoffen sowie in den prinzipiellen Wachstumsbedingungen im Wurzelraum der Pflanzen. Besonders Relief und Böden wird in so gut wie allen siedlungs- und landschaftsarchäologischen Analysen ausgiebig Raum gewidmet.

Unter allen physischen Faktoren prägt besonders das Relief die Landschaft durch seine formgebende Wirkung. Sanfte Hügellandschaften oder schroffe Felsformationen in Gebirgen haben unterschiedliche Wirkungen auf den Menschen. Das Relief bietet dem Menschen Möglichkeiten an, indem es je nach Ausformung geschützte Bereiche zur Verfügung stellt. So kann er aktiv seine Standorte wählen, um etwa auf Terrassen vor Hochwasser sicher zu sein, sich an bestimmten Hangexpositionen dem Wind abzuwenden oder um sich besser vor menschlichen Aggressoren verteidigen zu können. Darüber hinaus ermöglicht es Aussicht und Überblick und hat im Rahmen von Sehen und Gesehen-Werden soziale Funktion: häufig dient das Relief (sei es natürlich oder künstlich) zur Aufteilung des Raumes in Tabubereiche, die nur für bestimmte soziale Gruppen oder nur für Angehörige eines bestimmten Geschlechtes zugänglich sind. Dies hat zum Beispiel im phänomenologischen Ansatz Bedeutung (vgl. Kapitel 13.1).

Relief kann auch ein limitierender Faktor sein, indem es natürliche Grenzen vorgibt, Sichtverbindungen behindert oder Kommunikation erschwert. Steile Hänge können nur unter Einsatz von Technologie (z. B. Terrassierung) bewirtschaftet werden, Landschaften über einer bestimmten Höhenstufe eignen sich aufgrund der veränderten klimatischen

Bedingungen nicht mehr für bestimmte Formen der Landwirtschaft. Der Transport von Gütern ist etwa im alpinen Bereich mühsam, mit hohem Energieaufwand verbunden und oft auf einige wenige Täler und Pässe beschränkt, die relativ leicht von Machthabern kontrolliert werden können. Es ist daher verständlich, dass dem Relief in der Standortanalyse oder bei Berechnungen von Wegtrassen vorrangige Stellung zukommt (vgl. Kapitel 16.3).

Ähnlich wichtig erscheinen auch die Böden, da sie größte Bedeutung für die Landwirtschaft und somit auf die seit dem Neolithikum wichtigste Subsistenzform unserer Breiten haben. Neben Bodentyp, Klima und Relief sind auch die im Boden vorhandenen Nährstoffe extrem wichtig für das Pflanzenwachstum. Sie werden mit der Zeit ausgelaugt und müssen durch Brache oder Zugabe von Düngemittel wieder aufgefrischt werden. In Zeiten vor dem Einsatz von synthetischen Düngern rechnen Marcus Nüsser et al. mit Ertragsunterschieden, die für verarmte Böden der Mittelgebirge um den Faktor drei bis fünf niedriger waren als in den fruchtbaren Lössböden (Nüsser et al. 2005, 370). Durch moderne Düngemittel lassen sich die Erträge immerhin bis zu einem Faktor 1,5 bis 2 annähern. Heute wird das Ertragspotenzial von Böden anhand verschiedener Kriterien bewertet und ertragsschwache Böden vielfach nicht mehr landwirtschaftlich genutzt, da sie als unrentabel gelten, obwohl sie „unter Umständen befriedigende natürliche Produktionsvoraussetzungen" bieten würden (Nüsser et al. 2005, 370).

John G. Evans betont die Textur der Erdoberfläche als soziales Ausdrucksmittel. Jenseits aller wissenschaftlichen Analysemethoden zu den Eigenschaften von Gestein, Sediment und Böden und über den rein funktionalen Nutzen von Boden als Mittel für die landwirtschaftliche Subsistenz hinaus ist die Oberfläche die Kontaktzone zwischen Mensch und Land (Evans 2003, 45). Ihre räumliche Differenzierung scheint laut Evans ein wichtiges Konzept menschlicher Erfahrung und könne zum Beispiel in der Töpferei durch die bewusste Auswahl unterschiedlicher Zugaben zum Ton (Getreide, zermahlene Keramik, Schlacke) symbolische Funktion haben (Evans 2003, 47 ff.). Nicht zuletzt sind Erde, Schlamm oder Ton wesentliche Bestandteile zahlreicher Schöpfungsmythen. Auch das Sinnbild der „Mutter Erde", welches in der einen oder anderen Form in zahlreichen, um den ganzen Globus verstreuten Kulturen gepflegt wird, zeigt, dass Böden und Vegetation wohl auch jenseits einer Kosten-Nutzen-Rechnung Bedeutung für den Menschen hatten (Salisbury 2010).

Darüber hinaus ist die Lithosphäre wichtigster Lieferant von Rohstoffen, deren Ausbeutung ganze Siedlungslandschaften verändern kann. Als Beispiel lässt sich hier das obere Bakov-Tal in Tschechien anführen, welches aufgrund seines steil ausgeprägten Reliefs erst zu jener Zeit besiedelt wurde, als man mit dem Abbau von Sapropelit begann (Neustupný 2003, 294).

6.2.6.1 Wandel der Lithosphäre

So wie die anderen Sphären ist auch die Lithosphäre einem ständigen Wandel unterworfen. Dieser Wandel beschränkt sich – zumindest in den für den Archäologen relevanten zeitlichen Maßstäben – jedoch auf die oberflächennahen Bereiche. Wie bereits ausführlich weiter oben diskutiert, kommt es durch die Verwitterung zu einer Zerkleinerung und chemischen Umwandlung des Ausgangsgesteins, durch Erosion zu einem punktuellen, linearen und flächigen Abtrag von verwittertem Gestein und somit zu einem veränderten Relief. Pedogenetische Prozesse führen zur Ausformung von Böden und deren ständiger Weiterentwicklung, die sich in der Ausbildung von Bodenhorizonten zeigt. So kann es durch ein feuchteres Klima zu einer Hydromorphierung von Böden kommen (z. B. Vergleyung durch Stauwasser) (Faust 2007b, 363 f.). Intensive landwirtschaftliche Nutzung kann zu einer Verarmung der Böden und zur Erosion des Oberbodens führen (Schroeder 1992, 89). Daher lassen sich durch Beobachtung des Bodenprofils im günstigen Fall auch Aussagen zur Umweltgeschichte eines bestimmten Platzes machen.

An der Veränderung der Lithosphäre ist auch der Mensch maßgeblich beteiligt, vor allem durch die Landwirtschaft und die damit einhergehende Veränderung der Vegetation. Charles L. Redman argumentiert, dass die Umwelt bereits unter den frühesten Ackerbauern gravierend verändert wurde, wenn auch aufgrund der geringen Bevölkerungsdichte in einem kleinen, lokalen Rahmen (Redman 1999, 95). Er bringt Beispiele aus dem mediterranen Raum, wo ein früh einsetzender und lange andauernder Ackerbau dramatische Auswirkungen auf Bodenerosion und die Pflanzenwelt hatte: Statt Eichenwäldern finden sich heutzutage nur noch Sträucher und Disteln, die dem durch den Menschen verursachten Stress besser gewappnet sind (Redman 1999, 102).

Die im Boden vorhandenen natürlichen Nährstoffe werden durch den Ackerbau mit der Zeit ausgelaugt beziehungsweise durch Erosion abtransportiert. Gleichzeitig verringert sich die Umbildung des organischen Materials. Das Nährstoffangebot muss daher durch Brache oder Zugabe von Düngemittel wieder angereichert werden. Zusätzlich fördert intensiver Ackerbau auf lehmigen Böden dessen Kompaktheit, was sich negativ auf die Durchlüftung und den Wasserhaushalt und somit auf den Ertrag auswirkt (Butzer 1982, 145 f.).

Wie bereits weiter oben anhand des Aktivitäts-Stabilitätskonzeptes nach Rohdenburg angedeutet wurde (vgl. S. 58), hat die Vegetation Auswirkungen auf die Formung, Entwicklung und Erosion von Böden. Durch die im Zuge der Landwirtschaft immer wiederkehrende, oft monatelange Entfernung der Vegetationsdecke haben Wind und Wasser auf den durch das Pflügen gelockerten Boden verstärkt erodierende Wirkung (Rapp, Hill 2006, 193).

Darüber hinaus bringt die Landwirtschaft auch bewusste Veränderungen des Oberflächenreliefs, wie Terrassierung oder Wölbäcker, die ganze Landstriche prägen können. Im Zusammenhang mit bewussten, in Kauf genommenen Veränderungen des Reliefs der Landschaft kann man auch auf Rohstoffentnahmen verweisen, die als Tagebau eine Landschaft und deren Relief nachhaltig verändern können. Im Arbeitsbereich des Autors – Ostösterreich und seine Umgebung – sind vor allem Pingenfelder, Steinbrüche, Silexabbau oder Schotterentnahmen erwähnenswert.

Zu guter Letzt soll noch darauf hingewiesen werden, dass auch das tägliche Leben in Siedlungen seine Spuren in der Lithosphäre hinterließ. Das Ausheben von Gruben, Gräben, Gräbern etc. bedeutet auch eine lokale und kleinräumige Zerstörung des Bodenprofils. Die in der Regel unterschiedlichen Füllungen nach Aufgabe der Nutzung dieser Objekte bilden gemeinsam mit anderen natürlichen und anthropogenen Sedimentverlagerungen die Stratifikation einer Fundstelle. Ihre veränderten physikalischen und chemischen Eigenschaften sind die Basis für ihre Erkennbarkeit durch unterschiedlichste Prospektionsmethoden.

6.3 Hydrosphäre

Wasser unterliegt einem ständigen Kreislauf aus Verdunstung und Niederschlag. Es besteht somit ein enger Zusammenhang zwischen der Hydrosphäre und dem Klima. Wenn Wasser durch Niederschlag als Regen, Schnee oder Hagel auf die Erdoberfläche fällt, kommt es je nach Bodenbeschaffenheit, Relief, Vegetation oder Temperatur zu einer unterschiedlichen „Verweildauer", bis es wieder verdunstet (Schulte et al. 2007, 452).

Vereinfacht gesagt dringt jener Teil des Niederschlages, der es bis auf die Erdoberfläche schafft, je nach Intensität oder Aggregatzustand (Schnee) früher oder später in den Boden ein oder fließt an dessen Oberfläche ab. Dringt Wasser in den Boden ein („Infiltration"), so verbleibt je nach Bodenart ein Teil durch die Adhäsionskraft seiner Partikel als Haftwasser im Boden, bis es sich entweder verflüchtigt oder von Pflanzenwurzeln aufgenommen wird und an der Blattoberfläche verdunstet. Der andere Teil dringt durch die Gravitation als Sickerwasser tiefer in den Boden ein, und erreicht als Teil des Bodenwasserstroms ein Fließgewässer oder dringt bis zum Grundwasser vor (Ahnert 1996, 175; Schulte et al. 2007, 459). Der nicht in den Boden eindringende Niederschlag fließt als Oberflächenwasser ab, bis es sich mit stehenden oder fließenden Gewässern verbindet und – sofern es nicht von Mensch oder Tier anderweitig genutzt wird – mit der Zeit ebenfalls verdunstet, um an anderer Stelle wieder als Niederschlag zu fallen.

Die gesamte Verdunstung wird auch als „Evapotranspiration" bezeichnet. Diese setzt sich aus zwei Komponenten zusammen: dem Anteil an Verdunstung aus Boden-, Pflanzen- und offenen Wasseroberflächen (Evaporation) sowie der über den Stoffwechsel der Organismen stattfindenden verdunstenden Ausscheidungen (Transpiration) (Schulte et al. 2007, 455).

6.3.1 Grundwasser und Quellen

Je nach Boden- und Gesteinsart kann Sickerwasser gemäß der Schwerkraft durch die Hohlräume (Poren, Klüfte, Höhlen) ins Erdinnere bis zu einer wasserundurchlässigen Schicht (Aquiklud, meist Ton oder Silt) (Ahnert 1996, 178) eindringen und wird dort zum Grundwasser, einer vom Wasser „gesättigten Zone" welches die Hohlräume der Grundwasser führenden Schicht („Aquifer") zur Gänze ausfüllt. Die obere Grenze nennt man Grundwasserspiegel (Goudie 2002, 368). Schätzungsweise 97 % des nicht an den Polarkappen gebundenen Süßwassers liegen als Grundwasser vor. Die Verweildauer von Wasser als Grundwasser ist höchst unterschiedlich. Manche Vorräte sind geschätzte 30.000 bis 40.000 Jahre alt (Goudie 2002, 368 und 370).

Das Grundwasser fließt gemäß der Schwerkraft entlang des Aquikluds und tritt an Hängen als Quelle (Schichtquelle) oder Sickerwasser aus. Da der Aquiklud meist annähernd horizontal verläuft, finden sich Schichtquellen meist auf ähnlicher Höhe und bilden den sogenannten „Quellhorizont". Zudem werden noch Hangschuttquellen (wenn Regolith auf einem Aquiklud liegt und der Grundwasserstrom in längs zum Hang gerichteten Hohlformen konvergiert), Verwerfungsquellen, artesische Quellen, Karstquellen und Geysire unterschieden (Ahnert 1996, 178–182).

Das Grundwasser hat zweierlei Bedeutung: Es speist auch in trockenen Zeiten die Fließgewässer und erhält somit „die Lebensbedingungen für die Pflanzen und Tiere im Ökosystem Bach bzw. Fluss", und hatte zu allen Zeiten wichtige Bedeutung als Trinkwasser (Schulte et al. 2007, 459). Gibt es in einer Region keine Quellen, so muss nach Grundwasser gegraben werden. Brunnen sind in unserem Raum bereits seit dem frühesten Neolithikum bekannt (Koschik 1998).

Die Höhe des Grundwasserspiegels kann variieren. Hauptfaktoren sind die Grundwasserneubildung (durch bis zum Grundwasser einsickernden Niederschlag) und der

Grundwasserentzug (Quellen, Brunnen oder Abtransport durch Flüsse) (Ahnert 1996, 177). Daneben kann es aber auch durch menschliche Aktivitäten (etwa Bergbau, Tiefbau) zu Veränderungen des Grundwasserspiegels kommen (Frühauf 2007, 314), was zum Teil drastische Auswirkungen auf die Pflanzenwelt haben kann. H. Jankuhn macht in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam, dass ein sich verändernder Grundwasserspiegel auch Einfluss auf das Siedlungsverhalten haben müsste (Jankuhn 1977, 63).

6.3.2 Flusssysteme

Flusslandschaften können als äußerst dynamische Systeme betrachtet werden, welche prinzipiell aus einem Netz aus Flüssen unterschiedlicher Ordnung, ihren begleitenden Talauen sowie den im Laufe der Zeit durch den Fluss entstandenen Terrassen bestehen (Zámolyi et al. 2012 [im Druck]).

6.3.2.1 Flüsse

Räumlich betrachtet formen Relief und der geologische Aufbau unterschiedlich große Einzugsgebiete, in denen das gesamte Wasser (Oberflächen- und Grundwasser) auf eine Stelle zuströmt. Die jeweiligen Einzugsgebiete (*catchment*) werden durch fließende Gewässer entwässert, die ihrerseits – sofern sie nicht versiegen – in ein Gewässer nächsthöherer Ordnung oder letztendlich in einen Ozean münden. Ein Gewässernetz lässt sich also als ein hierarchisches System von Fluss-Segmenten unterschiedlicher Ordnung betrachten. Je höher die Ordnungszahl, desto größer ist auch der Einzugsbereich des Gewässers (Waters 1992, 116; Schulte et al. 2007, 453).

Prinzipiell werden Flüsse aus dem Basisabfluss des Grundwassers (*baseflow*) und dem aus Niederschlägen stammenden Oberflächenwasser (abzüglich Verdunstung und Entnahme durch Vegetation, Tiere und Mensch) innerhalb eines Einzugsgebietes gespeist (Ahnert 1996, 176 f.) und führen das Wasser – „angetrieben" von der Schwerkraft – entlang des geringsten Widerstandes zum Meer (Wilkinson, Stevens 2003, 67). Je nach deren hydrologischer Charakteristik können Flüsse das gesamte Jahr über Wasser führen, sie können aber auch temporär versiegen, wenn zum Beispiel während einer Trockenzeit der Grundwasserspiegel unterhalb des Flussbettes absinkt (Ahnert 1996, 182; Waters 1992, 119).

Wie bereits weiter oben beschrieben wurde (vgl. Kapitel 6.2.5), kommt es durch flächig abfließendes Wasser zur Verlagerung oberflächennaher Sedimente, der sogenannten Spüldenudation (*sheet flow*). Die dem Fluss zugeführten Sedimente werden Flussfracht genannt und mit dem Wasser weiter transportiert. Man unterscheidet Lösungsfracht (Stoffe aus der chemischen Verwitterung) und Feststofffracht: Schwebfracht (kleine und leichte, feste Teilchen, die „schwebend" transportiert werden), Geröll- oder Bodenfracht (am Boden des Flussbettes geschobene oder gerollte Schotter und Kiese) und Schwimmfracht (Äste, Treibgut) (Schmidt 2007a, 293; Ahnert 1996, 191).

Die von einem Fluss transportierbaren Korngrößen sind eine Funktion der Fließgeschwindigkeit, die wiederum mit dem Gefälle der Erdoberfläche zunimmt. Die Zusammenhänge sind in der Hjulström-Kurve dargestellt (Tucker 1985, 25). Dabei bedarf es zum Teil höherer Energie (in Form von Fließgeschwindigkeit), um etwa Schwebefracht zu erodieren als für deren anschließenden Transport, der auch bei geringerer Geschwindigkeit noch stattfindet (Waters 1992, 120). Geröllfracht benötigt sowohl für Erosion als auch Transport hohe Energien.

Wenn ein Fluss mehr Feststofffracht transportieren kann, als er aktuell mit sich führt, dann kommt es zur Tiefenerosion des Flusses; im umgekehrten Fall wird Flussfracht abgelagert und Talböden aufgeschüttet (Schmidt 2007a, 294). Gefälle, Abfluss und Flussfracht sind auch für die horizontale Ausformung eines Flusses verantwortlich (Waters 1992, 123). Herkömmlicherweise unterscheidet man gerade, mäandrierende, verzweigte (*braided*) und miteinander verbundene (*anostomosing*) Flüsse.

Verzweigte Flüsse besitzen ein breites Flussbett, welches oft den gesamten Talboden einnehmen kann. Innerhalb dieses Bettes fließt das Gewässer in sich ständig ändernden, miteinander verbundenen Kanälen, die durch stromlinienförmige Schotter- und auch Sandbänke voneinander getrennt werden. Diese Flussform tritt vor allem in Gebieten mit einem hohen Grad an physikalischer Verwitterung und steilen Hängen auf. Der Abfluss ist gekennzeichnet von temporären Spitzen (z. B. Schneeschmelze), längeren Phasen geringen Durchflusses und partieller Austrocknung (Waters 1992, 124 f.; Schmidt 2007a, 293; Ahnert 1996, 211). In unserem Raum findet man verzweigte Flüsse vor allem im Gebirge und im Alpenvorland (z. B. der Tagliamento). Die Erhaltungsbedingungen für Fundstellen etwa auf den Schotterbänken sind denkbar schlecht. Archäologische Funde sind meist postdepositional verlagert (Waters 1992, 126).

Gerade Flüsse sind in der Natur selten. Wenn, dann treten sie meist in geraden Kerbtälern auf. Geradlinige Flussverläufe in Sohltälern sind meist absichtlich vom Menschen geformt (Ahnert 1996, 209). Die Unterscheidung zum mäandrierenden Fluss kann aufgrund der Sinuosität erfolgen. Für die Berechnung der Sinuosität gibt es verschiedene Varianten (Zámolyi et al. 2012 [im Druck]), welche – vereinfacht gesagt – alle als Quotient aus Gerinne- und Tallänge ermittelt werden. Unterschiede ergeben sich vor allem aufgrund

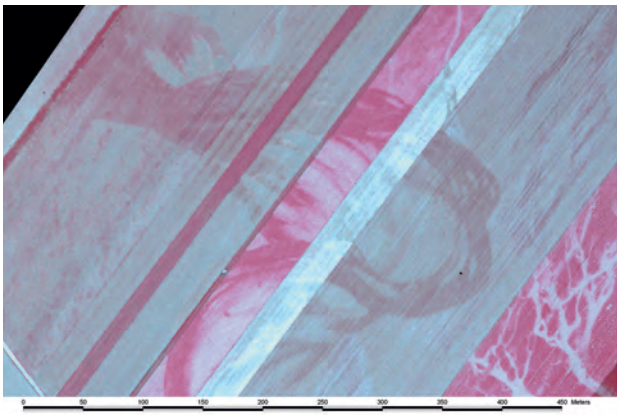


Abb. 8: Paläomäander der Leitha, welcher sich als Bewuchsmerkmal im Luftbild zeigt. Während der Prallhang klar abgegrenzt erscheint, ist der Gleithang durch unterschiedlich abgelagertes Material gegliedert (© bmlvs/luaufklsta).



Abb. 9: Leitha, NÖ: Altwasser nach erfolgter Halsabschnürung des ehemaligen Mäanderbogens (© bmlvs/luaufklsta).

der Ermittlung der Distanzen (z. B. für Tallänge: Länge des Tales oder der Achse des Gerinnegürtels). Von einem geraden Fluss spricht man bei einem Quotienten kleiner als 1,5.

Mäandrierende Flüsse haben eine Sinuosität, die größer als 1,5 ist. Sie formen sich in Gebieten mit geringem Gefälle und schwer erodierbaren Ufern. Sie weisen eine geringe Energie auf, Schotter finden sich daher nur dort, wo die Strömung ihre größte Geschwindigkeit hat: an der Basis der Flussbetten (Wilkinson, Stevens 2003, 70). An den Ufern werden vor allem Sande und Tone abgelagert. Bei Hochwasser mit ausreichender Turbulenz werden Teile der Geröllfracht und Sande in Ufernähe abgelagert – es entstehen natürliche Uferdämme (*natural levees*) (Ahnert 1996, 206). In der Überschwemmungsebene außerhalb dieser Dämme wird bei Hochwasser vor allem feines Material der Schwebfracht (Silt und Ton) abgelagert (Wilkinson, Stevens 2003, 71).

Ein Querschnitt durch das Flussbett innerhalb einer Mäanderkrümmung zeigt einen asymmetrischen Verlauf mit der tiefsten Stelle am Außenufer (Prallhang – *cut bank*). Hier erodiert der Fluss das anstehende Sediment, indem er den Prallhang unterschneidet. Am gegenüberliegenden Ufer befindet sich der Gleithang, an dem das erodierte Material an den Uferbänken (*point bars*) abgelagert wird (Waters 1992, 131; Ahnert 1996, 216). Dies lässt sich auch sehr gut anhand von Paläomäandern in Luftbildern erkennen (Abb. 8), wo sich die Grenzen der Prallhänge meist klar abzeichnen, während Gleithänge durch die Ablagerungen gegliedert erscheinen.

Durch die Seitenerosion verändern sich die Form und Lage der Mäanderbögen: Der Mäander wandert mit der Zeit flussabwärts (Brown 1997, 26; Schmidt 2007a, 292). Wenn von zwei benachbarten Mäanderschlingen gleichsinniger Richtung die Obere an ihrem Prallhang das Material rascher erodiert, wird sie schneller talabwärts wandern. Dadurch nähert sie sich der unteren Schlinge, und der zwischen ihnen liegende Mäandersporn wird schmäler. Schließlich kann er durch die Seitenerosion durchbrochen werden. Man spricht bei diesem Vorgang von einer Halsabschnürung (*neck cut-off* – Abb. 9). Im Falle wiederholter Hochwässer kann es auch zu einer Sehnenabschnürung (*chute cutoff*) kommen, bei der zwei Mäander durch die während des Hochwassers stattfindende Erosion des Talbodens geradlinig miteinander verbunden werden. In beiden Fällen fließt der Fluss in Zukunft die kürzere Strecke und der abgeschnittene, ehemalige Mäander wird an beiden Enden mit tonigem Material verschlossen zu einem Altwassersee (*oxbow lake*), der mit der Zeit zusedimentiert, versumpft und entsprechende Vegetation aufweist (Ahnert 1996, 216 f.; Brown 1997, 28; Waters 1992, 135 f.).

Der vom Altwasser des ehemaligen Mäanders umgebene innere Bereich ist etwas erhöht. Gibt es zahlreiche abgeschnittene Mäander, so kann sich der Fluss nur noch innerhalb eines verhältnismäßig schmalen Bandes bewegen. Durch weitere Sedimentation erhöht sich der Bereich, was zu einer instabilen Situation führen kann. Im Zuge von Hochwässern kommt es in der Folge zu einem seitlichen Ausbrechen (*avulsion*) des Flusses, der nun an einer tieferen Stelle der Überschwemmungsebene einen völlig neuen Lauf nimmt und ein längeres Stück eines mäandrierenden Flusses stilllegt (Waters 1992, 137; Brown 1997, 26, 29; Wilkinson, Stevens 2003, 73 f.). Ergebnis ist eine Kette von Altwasserseen. Eine solche Abfolge ehemaliger Mäander zeigt sich z. B. entlang der steirischen Lafnitz als sogenanntes „Flutmerkmal“ (Abb. 53).

Während archäologische Funde in den Ablagerungen am Gleithang meist bereits verlagert sind, finden sich Fundstellen in den oberen Bereichen der Dämme, im erhöhten



Abb. 10: Hochwasser der Leitha vom April 1965. Das Bild zeigt das Ortsgebiet von Leithaprodersdorf (© bmlvs/luaufklsta).

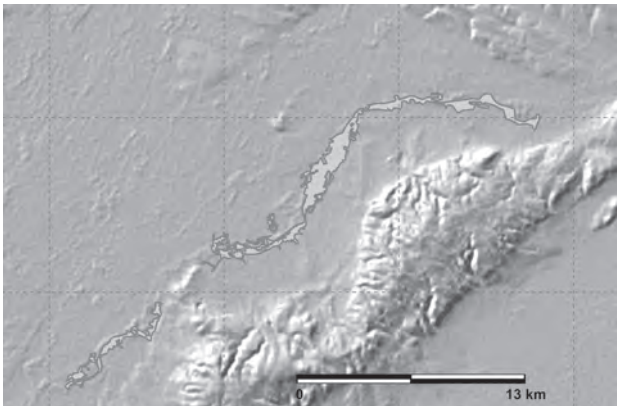


Abb. 11: Ausschnitt aus der Kartierung des Hochwassers vom April 1965. Hintergrund: schattiertes SRTM-Geländemodell (© Andras Zámolyi).

Bereich innerhalb von Altwassern und in der Überschwemmungsebene oft in ungestörter Lage (Waters 1992, 138).

Innerhalb ein und desselben Flusslaufs können je nach Breite, Länge und Gefälle einzelner Talabschnitte alle hier besprochenen Formen vorkommen (Schmidt 2007a, 292). Neben dieser räumlich unterschiedlichen Ausgestaltung unterliegen Flussläufe auch einem zeitlichen Wandel. Vor allem Klima, Vegetation und anthropogene Eingriffe wirken sich auf Abfluss und somit auf Lage und Form des Flusses aus. Deshalb sind Flüsse dynamische Systeme, welche sich in Abhängigkeit dieser Faktoren verhältnismäßig rasch ändern können (Bridge 2003, 328 ff.).

6.3.2.2 Überschwemmungen und Talauen

Eine *Überschwemmung oder Hochwasser* ist dann gegeben, wenn das Wasser eines oberirdisch fließenden oder stehenden Gewässers über einen bestimmten kritischen Höhenwert hinaus ansteigt (*bank full discharge*) (Dikau, Pohl 2007, 1041). An einem Fluss sind jährlich aufgrund der Schneeschmelze im Einzugsbereich stattfindende Hochwasser ein natürliches Phänomen, welches für das System einer Flusslandschaft wichtig ist. Auch extreme Hochwasser, die durch Schneeschmelze, Eisstau, Dauer- oder Starkregen oder einer Kombination aus mehreren Faktoren ausgelöst werden können (Dikau, Pohl 2007, 1042, Tab. 29.2.5), gehören zu einem dynamischen Flusssystem.

Die Häufigkeit größerer Hochwasserereignisse ist variabel. Phasen vermehrter Überflutungen wechseln sich mit ruhigeren Perioden ab. Entlang des niederösterreichischen Kamps konnten zwischen 1709 und 1829 etliche (mindestens 17) größere Hochwasser aufgezeichnet werden, wobei zwei davon als katastrophal zu bezeichnen sind (Wiesbauer 2004, 11–14). Extreme Überflutungen, wie sie zum Beispiel für den Juli 1342 belegt sind (Bork, Dreibrodt 2007; Bork et al. 1998, 29), werden gerne als Jahrhundert-Hochwasser bezeichnet, da ihr Pegelstand statistisch gesehen nur alle 100 Jahre erreicht wird, was jedoch nichts über tatsächliche Häufigkeit oder Zeitpunkt des Auftretens aussagt.

Unsere heutigen Flüsse sind mit den ehemaligen dynamischen Flusssystemen nicht mehr zu vergleichen. In unserem Raum sind mittlerweile so gut wie alle Flüsse, Bäche und deren Talauen anthropogen verändert. Sie wurden in ein neues, begradigtes Bett mit befestigten Ufern gezwungen und werden dort, wo es aufgrund der topografischen Situation nötig erscheint, von Dämmen begleitet. Talauen wurden vielfach trockengelegt und werden für den Ackerbau genutzt. Vor allem die Begradigung in den Oberläufen hat zu einem stark veränderten Abflussverhalten geführt (Bork et al. 1998, 157 f.), bei dem ein Überschuss an Wasser nicht mehr in den begleitenden Talauen verweilen kann, sondern rasch abgeleitet wird und sich vermehrt in den Unterläufen sammelt, wo es dadurch zu einem verstärkten Hochwasserrisiko kommt (Dikau, Pohl 2007, 1041). Halten die Dämme dem Druck des vermehrten Wassers nicht stand, so kommt es zu extrem zerstörerischen Hochwasserkatastrophen, wie zuletzt 1997 an der Oder bzw. 2002 entlang der Elbe und der niederösterreichischen March. Diese wirken sich umso drastischer auf den Menschen aus, als man im vermeintlichen Schutz der Dämme begonnen hatte, auch auf den als hochwassergefährdet bekannten Stellen zu siedeln.

Wichtige Faktoren einer Überschwemmung sind ihre Höhe, die Größe des betroffenen Gebietes, ihre Dauer und die im Wasser mitgeführte Fracht (Dikau, Pohl 2007, 1058; Gillings 1998, 128). Ein Hochwasser breitet sich entlang

des Verlaufs eines Gewässers als „Hochwasserwelle“ aus (Dikau, Pohl 2007, 1041). Dies konnte anhand von Luftbildern einer Hochwasserkatastrophe entlang der Leitha aus dem Jahr 1965 anhand des überschwemmten Bereiches beobachtet werden. Damals hatten sich zum Zeitpunkt der Aufnahmen am 24. April 1965 an verschiedenen Stellen Überflutungsebenen mit unterschiedlichem Ausmaß gebildet, die sich vor allem aus dem Unterschied des jeweiligen lokalen Reliefs ergaben (Abb. 10 und Abb. 11) (Zámolyi et al. 2012 [im Druck]).

An der ungarischen Theiß berichtet Mark Gillings für den Zeitraum vor ihrer Regulierung von drei prinzipiellen Arten von Hochwassern: jährliche, größere (im Schnitt alle 7 Jahre) und unvorhersehbar Extreme (Gillings 1998, 122). Angesichts der heutigen Maßnahmen für den Hochwasserschutz (so wurden an der niederösterreichischen Leitha Ende der 1990er Jahre zwei große, insgesamt fast 4 Millionen m³ fassende Rückhaltebecken errichtet) lassen sich jedoch Ausmaß und Wirkung von Hochwasserereignissen, wie sie in (prä-)historischen Zeiten stattgefunden haben, nur schwer nachvollziehen. M. Gillings versuchte daher, die Fluten an der Theiß mit Hilfe von GIS und Fuzzy-Logik zu modellieren (Gillings 1998; 1997; 1995). Er betont dabei, dass für das überschwemmte Gebiet nicht einfach eine binäre Logik (entweder trocken oder überschwemmt) gilt, sondern je nach Wasserhöhe innerhalb eines bestimmten Bereiches ein Übergang von „unter Wasser“ bis „trocken“ stattfindet (Gillings 1998, 129).

Anikó Horváth untersuchte Siedlungsverteilungen in Flussnähe in Abhängigkeit von Klima und kommt zu dem Schluss, dass Flusssysteme in feuchten klimatischen Perioden generell stabiler sind und die Flüsse zu weniger extremen Flutereignissen neigen als in trockenen Zeiten (Horváth 2004). Vor allem in klimatischen Übergangsperioden komme es vermehrt zu Hochwasserereignissen.

Überschwemmungen sind ein wesentlicher Faktor für die Entstehung von *Talauen*. Diese sind neben Terrassen und Talflanken Bestandteil eines Flusssystems. In den Talböden bilden sich Talauen (auch: Flussaue, Überschwemmungsebene, Überflutungsebene; engl.: *floodplain*), mehr oder weniger ebene Gebiete entlang eines Flusses, welche durch häufige Überschwemmungen geprägt sind (Brown 1997, 17). Bei Hochwasser entstehen in Ufernähe Dämme aus gröberem Material, während sich in den weiter entfernten Bereichen der Talaue die Schwebfracht zu Boden sinkt und zur Ausbildung der Auenlehme beiträgt (Ahnert 1996, 207).

Laut Hansjörg Küster gab es zu Beginn des Neolithikums noch keine von einer Auenlehmdecke und dem darauf befindlichen typischen Bewuchs geprägte Talaue (Küster 1996, 69, 93 ff.). Diese bildete sich erst durch die mit dem Ackerbau einhergehende großflächige Bodenerosion, durch die das Sediment zu den Flüssen transportiert wurde.

Mit dem Fluss ist auch die Talaue als dynamisches System zu verstehen, welches sich ständig wandelt. Daran sind nicht nur die häufig wiederkehrenden kleineren oder größeren Hochwasserereignisse beteiligt; vielmehr sind ein Großteil der Strukturen in einer Talaue auf die Änderungen der Lage und Form des Flusses und seiner Mäander selbst zurückzuführen. Zahlreiche Formationen, welche im Relief (Erhebungen, Senken), im Bewuchs (veränderte Vegetation, aber auch Bewuchsmerkmale) oder in Profilen (Ablagerungen unterschiedlicher Sedimente) erkannt werden können, zeugen von vergangenen Ereignissen wie Überschwemmungen, Mäanderabschnürungen oder Flussverlagerungen. Mit ihrer Erkundung und Kartierung lässt sich die zum Teil bewegte Geschichte einer Talaue erforschen (Brown 1997, 17, 25).

Die Kenntnis der Art und Weise, wie ein Fluss seine Talaue „umarbeitet“, ist eine wichtige Grundlage für die landschaftsarchäologische Interpretation. Vor allem interessiert die Ausdehnung des tatsächlich vom Fluss benutzen Gürtels innerhalb der Talaue. Andrew G. Brown merkt an, dass Flüsse oft nur innerhalb eines im Vergleich zur gesamten Talaue verhältnismäßig schmalen Bereiches „oszillieren“ und manchmal ihren Verlauf über längere Zeiträume nur wenig verändern (Brown 1997, 23). Diese Stabilität kann sich aber auch nur auf kürzere Abschnitte eines Flusslaufes beziehen. So zitiert er J. M. Hooke (Hooke 1977), die einen Fluss im englischen Devon untersuchte und feststellte, dass er an 40 % seines Verlaufes eine hohe Migrationsrate (100 m in 50 Jahren) aufwies, während er an der restlichen Strecke bemerkenswert stabil war (Brown 1997, 26). Anders verhielt sich die Donau bei Wien vor ihrer Regulierung: Sie war stark verzweigt und alles andere als stabil. Elisabeth Strömmer, die sich mit historischen Aufzeichnungen zur Klimageschichte beschäftigt, vermerkt: „Jedes Hochwasser, jede Trockenperiode und jeder Eisstoß veränderte den Lauf des Flusses“ (Strömmer 2003, 20).

Da vielfach beobachtet werden kann, dass Siedlungen entlang von Flüssen angelegt wurden, kann die Verlagerung eines Flusses in einen anderen Teil der Talaue zu „Verzerrungen“ im Verbreitungsbild von Fundstellen führen (Brown 1997, 37). Einerseits werden sie durch das „Wandern“ von Mäandern oder ganzen Flussabschnitten zerstört, andererseits durch Alluvien begraben (Brown 1997, 280). Manche Fundstellen können jedoch auch über lange Zeit „unbeschadet“ in situ erhalten bleiben (z. B. Gillings 1997, 2b, siehe auch weiter unten in diesem Kapitel).

Bei einem weitgehend stabilen Flussverlauf kommt es über einen langen Zeitraum zur schichtweisen Überlage-

rung von Auenlehmen. Durch die langsame Akkumulation kann es zur Bodenbildung kommen. Archäologische Überreste haben eine gute Chance, in situ erhalten zu bleiben, wobei durch das feuchte Regime auch hervorragende Erhaltungsbedingungen für organische Reste einhergehen. Keith Wilkinson und Chris Stevens bringen das Beispiel eines eisenzeitlichen romano-britischen Flursystems, welches im Bereich der Talaue an der oberen Themse sogar im Luftbild zu erkennen war (Wilkinson, Stevens 2003, 71).

Durch die stete Akkumulation können die Fundstellen jedoch auch aus dem „Blickfeld" der Archäologen verschwinden. Andrew G. Brown erwähnt Untersuchungen im Oaxaca Tal Südmexikos, anhand derer gezeigt werden konnte, dass bei einer mäßigen Akkumulationsrate von 0,25 cm pro Jahr nach etwa 1.000 Jahren nur noch 0,004 % der oberflächlich erhaltenen Scherben auffindbar sind (Brown 1997, 39). Bei derart begrabenen Fundstellen sind Feldbegehung und auch Luftbildarchäologie chancenlos. Deshalb müsse sich der Archäologie in diesen Fällen anderer Prospektionsmethoden bedienen, wie der geophysikalischen Prospektion (Seismik und Widerstandsmessung), systematischem Absuchen von Aufschlüssen, der Archäoprognose oder systematischer Bohrprofile (Brown 1997, 41). Keine dieser Methoden kann jedoch ähnlich gute, systematische Resultate erhoffen lassen, wie wir sie von Begehung und Luftbildarchäologie außerhalb der Talauen gewohnt sind.

Die Feststellung, Luftbildarchäologie und Begehung seien in der Talaue nicht zielführend, erscheint jedoch zu kurz gegriffen. Die vorgefasste Meinung, dass sich in einer Talaue Fundstellen durch Erosion und Akkumulation in der Regel zerstört werden oder sich zumindest nicht oberflächennah erhalten, hält viele Archäologen davon ab, Zeit und Geld in eine „herkömmliche" Prospektion dieser Gebiete zu investieren. Wolf-Dieter Becker et al. konnten jedoch aufzeigen, dass auch Begehungen vor allem in weitläufigen Talauen zum Teil beachtliche Resultate erzielen können (Becker et al. 2001). So zeigten sich im Indetal auf den heute noch leicht erhobenen Sand- und Schotterinseln Spuren des Neolithikums (Becker et al. 2001, 272). Ähnliche Beobachtungen konnte M. Gillings auch an der Tisza in Ungarn machen. Dort dürften entsprechende Funde belegen, dass der Fluss seit Beginn des Holozäns keine größeren Veränderungen erfahren hat – die Altwasserseen haben scheinbar bereits seit dem Neolithikum bestand. Die Auenlehme zeigten jedoch ein höchst unterschiedliches Muster mit Bereichen ohne nennenswerte Bedeckung und Stellen, an denen die Lehmdecke bis zu sechs Meter hoch akkumuliert war (Gillings 1997, 2b).

Talauen sind somit nicht als weiße Flecken in der archäologischen Landschaft hinzunehmen. Selbst herkömmliche Prospektionsmethoden, wie Luftbildarchäologie und Begehung können erfolgreich sein. Allerdings verhindert die höchst unterschiedliche Dicke der Auenlehmdecke und in manchen Fällen vom Fluss „überarbeitete" Gebiete eine systematische Erfassung der Fundstellen und resultiert in Verzerrungen der Fundstellenverbreitung. Die archäologische Interpretation von Talauen bleibt deshalb schwierig.

6.3.2.3 Flussterrassen

Flussterrassen sind „Reste ehemaliger Talböden, die nach weiterer Vertiefung des Tals am Hang zurückbleiben" (Ahnert 1996, 234). Sie entstehen durch abwechselnde Phasen der Tiefenerosion und Seitenerosion beziehungsweise Akkumulation. Anhand ihrer Genese unterscheidet Ahnert zwei Typen: Felssohlenterrasse und Aufschüttungsterrasse.

Die Felssohlenterrasse (auch Erosionsterrasse Endlicher 2007a, 235) entsteht durch eine dreiphasige Entwicklung, bei welcher der Fluss nach einer Tiefenerosion den Talboden durch Seitenerosion verbreitert, um sich dann wieder in die Tiefe einzuschneiden (Ahnert 1996, 235). Die Aufschüttungsterrasse (auch Akkumulationsterrasse – Schellmann 2007, 330) entsteht durch Akkumulation von Schotter und darauf erfolgende erneute Tiefenerosion des Flusses, wodurch der zuvor aufgeschüttete Talboden die Terrasse bildet. Durch wiederholte Phasen der Akkumulation und Tiefenerosion können so komplexe Abfolgen entstehen, wobei die höchsten Terrassen auch die ältesten sind (Ahnert 1996, 235 f.; Waters 1992, 149 ff.).

Die Gründe für das veränderte Verhalten von Flüssen (Tiefenerosion – Seitenerosion oder Akkumulation) sieht F. Ahnert hauptsächlich in Klimaschwankungen, tektonischer oder isostatischer Hebung der Landmasse oder in eustatischen Meeresspiegelschwankungen (Ahnert 1996, 237). An einem Fluss, der keine Phasen der Tiefenerosion hatte, konnten sich auch keine Terrassen ausbilden (Brown 1997, 35).

Terrassen sind oft nur schwer zu erkennen. Vielfach fällt die Unterscheidung zu künstlichen aufgeschütteten Terrassen oder anderen geologischen Formationen schwer (Brown 1997, 34). Ihre Erkennung und Kartierung ist jedoch von archäologischem Interesse, da sie aus zwei Gründen besonders häufig Reste materieller Hinterlassenschaft tragen: Terrassen wurden erstens gerne besiedelt, da sie trockene Standorte bei gleichzeitiger Nähe zum Fließgewässer boten. Zweitens werden ausgeformte Terrassen, da sie sich nur im Zusammenhang mit Tiefenerosion bilden, vom Fluss in der Regel nicht mehr an ihrer Oberfläche erodiert (Brown 1997, 36). Archäologische Fundstellen finden sich auf Terrassen daher in der Regel in situ. Archäologisch problematisch erscheint eher die Seitenerosion, durch die zum



Abb. 12: Zwentendorf, NÖ: Bereich des römischen Limeskastells (rot), welches bereits zur Hälfte von der Donau erodiert wurde (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Teil erhebliche Teile einer Terrasse durch den Fluss abgegraben werden können. So ist zum Beispiel bei Zwentendorf in Niederösterreich mindestens die Hälfte des ehemaligen römischen Limeskastells von der Donau durch Seitenerosion abgegraben worden und nicht mehr erhalten (Abb. 12).

6.3.3 Hydrosphäre, Landschaft und Mensch

Die Hydrosphäre spielt eine wesentliche Rolle in einer Landschaft und prägt ihr Aussehen. Wird die Lithosphäre im übertragenen Sinn als das Skelett der Landschaft gesehen, so sind die Flusssysteme deren Adern. Wasser ist – wie bereits im vorherigen Kapitel zur Lithosphäre gezeigt werden konnte – neben Gletschern und Wind der wichtigste Faktor für die Schaffung von „Skulpturformen" (Ahnert 1996, 13). Fließendes Wasser ist mitunter Auslöser linearer und flächiger Erosion in unterschiedlichsten Ausmaßen (mäßiger Sedimentabtrag aber auch Hangrutschungen, Muren oder Bergstürze), zugleich Transportmedium für das gelöste Sediment und verantwortlich für die mit der Erosion andernorts einhergehende Akkumulation.

Auf diese Art werden – in Abhängigkeit von klimatischen Faktoren und der einer Landschaft zugrunde liegenden Lithologie – von Flüssen ganze Tallandschaften in die Lithosphäre eingeschnitten. Durch wiederholtes Ändern des Regimes zwischen erodierender und akkumulierender Wirkung entstehen Terrassenlandschaften, Talauen, Schwemmfächer und Deltas. Somit ist die Hydrosphäre wesentlich bei der Ausformung des Reliefs einer Landschaft beteiligt.

Darüber hinaus beeinflusst die Hydrosphäre – gemeinsam mit dem Klima – auch wesentlich die Biosphäre und damit einhergehend das Aussehen der Landschaft. Als Vermittler von Nährstoffen zwischen Boden und Wurzeln sind die Pflanzen auf Wasser angewiesen, welches sich in einem Horizont über dem Grundwasser als Haftwasser in den Poren des Bodensediments befindet.

Auch die Flüsse spielen eine wesentliche Rolle für die Tier- und Pflanzenwelt. Dies zeigt sich wohl nirgendwo so deutlich wie in Ägypten (vgl. Brown 1997, 5 ff.; Wilkinson, Stevens 2003, 66): Obwohl ein Großteil des Landes von Wüste bedeckt ist, konnte sich aufgrund eines einzigen Flusses und seiner jährlichen Fruchtbarkeit bringenden Überschwemmungen eine der frühesten Hochkulturen der Welt in dieser ariden Region entwickeln, die noch nach Jahrtausenden als Kornkammer für das römische Imperium diente.

Zu guter Letzt ist der Wasserbezug auch für den Menschen ein sehr wichtiger – wenn auch nicht ausschließlicher

– Faktor bei der Standortwahl. Flüsse waren anscheinend der Ausgangspunkt der neolithischen, ackerbaulichen Besiedlung in Mitteleuropa (Küster 1996, 73) und waren, wie noch weiter unten zu zeigen sein wird, zu allen Zeiten vor allem in Bezug auf die Versorgung mit Nutzwasser wichtig.

Wasser ist der Ursprung alles Lebens auf der Erde. Wasser ist für den Menschen lebensnotwendig. Diese Aussage – so banal sie auch sein mag – lässt uns die Abhängigkeit nahezu jeder menschlichen Aktivität von der Ressource Wasser erkennen. Je nach Kontext kann Wasser eine ökonomische Funktion haben oder rituelle und politische Bedeutung besitzen (vgl. auch Strang 2008).

Wasser wird als Nutzwasser (Viehtränke, Bewässerung, Waschwasser, Wasserkraft) und als Trinkwasser benötigt. Besonders Letzteres sollte einen gewissen Grad an Sauberkeit haben, damit es dem Menschen gesundheitlich zuträglich ist. Was die Verwendung von Wasser selbst betrifft, so dürfte für Standorte in der Nähe von Gewässern vor allem das Nutzwasser von Bedeutung sein. Jürgen Weiner macht auf eine Vielzahl von Verunreinigungen in Bächen und Flüssen aufmerksam, die von natürlichem Schlamm über Tierkadaver bis zu anthropogener Entsorgung von Müll und Fäkalien reicht (Weiner 1998, 210). Deshalb wird man für das Trinkwasser soweit wie möglich auf das Grundwasser zurückgegriffen haben, indem man in der Nähe von Quellen siedelte oder Brunnen schlug. In trockeneren Gebieten kann man auch die Niederschläge in Zisternen sammeln. Weiner stellt die Hypothese auf, dass man in der Nähe von Flüssen aus den Gewässern selbst das Nutzwasser bezog, während man in den vor Hochwasser geschützten Bereichen der Talaue einfache Brunnen anlegte. Im Hinterland wären vor allem Brunnen für die Versorgung mit Trink- und Nutzwasser ausreichend gewesen (Weiner 1998, 212). Dass diese Hypothese durchaus Bestand haben könnte, zeigen zahlreiche Funde neolithischer Brunnen aus Mitteleuropa, die wie im Falle des linearbandkeramischen Schachtbrunnens von Erkelenz-Kückhofen bis zu 13 Meter tief sein können (Koschik 1998).

Über die reine Nutzung des Wassers selbst hinaus dienen Wasserflächen auch als wichtige Verbindungslinien für Kommunikation, Transport und Verkehr. Eine äußerst effektive Art der Raumüberwindung mit Lasten stellt nämlich die Schifffahrt dar. Aus römischer Zeit wird das Verhältnis der Kosten von See- zu Fluss- zu Straßentransport mit 1: 6: 70 überliefert (Eckoldt 1998, 10). Es war dabei ohne Weiteres möglich, auch sehr kleine Flüsse zu befahren, wobei Eckoldt die Mindestwassertiefe mit etwa 50 cm und die geringste Wasserführung mit etwa 1,5 bis 3 m^3/s annimmt. Für die südwestdeutschen Höhensiedlungen der Eisenzeit wird ein „weitmaschiges Verkehrsnetz“ angenommen, „welches aus schiffbaren Flussstrecken und überwiegend kurzen Landwegen bestand“ (Eckoldt 1998, 11). Dennoch bleibt in der materiell orientierten archäologischen Forschung die Bedeutung der Flussschifffahrt quellenbedingt unterrepräsentiert.

Für den Straßentransport stellen Flüsse ein Hindernis dar. Eine Überquerung war in den Zeiten, in welchen das entsprechende technische Wissen nicht vorhanden war, nur an Furten möglich. An diesen Schnittstellen zwischen Handelsweg und Wasser entstanden oft dauerhafte Siedlungen (Brown 1997, 287).

Allgemein findet man in der Nähe stehender oder fließender Gewässer erhöhte Biodiversität. In Wassernähe gibt es viele unterschiedliche Bereiche und Zonen mit jeweils eigener Fauna und Flora. Damit einhergehend bieten diese Gebiete ein großes Spektrum an Ressourcen wie Baumaterial (wie z. B. Schilf, Weiden oder Lehm), Nahrungsressourcen (Fische, Muscheln, Vögel, Wild, Früchte), medizinisch nutzbare Pflanzen, oder Weideland an (Brown 1997, 282).

Die Bedeutung von Gewässern geht aber über den rein ökonomischen Wert hinaus. Wasser hat in den meisten Religionen der Welt eine wichtige rituelle Bedeutung, die in vielen Fällen mit Reinigung zu tun hat (z. B. christliche Taufe, jüdisches Ritualbad, islamische Waschung oder hinduistisches Bad im Ganges). Dies zeigen auch die zahlreichen offensichtlich deponierten Gegenstände in Gewässern (Wegner 1995). In vielen Kulturen gibt es heilige Flüsse. Flüsse trennen auch die Welt der Lebenden und der Toten, wie zum Beispiel der Styx in der griechischen Mythologie.

Zuletzt sei noch auf die Funktion von Wasser als politischer Machtfaktor hingewiesen. Zumindest in den ariden Regionen können exzessive Wasserentnahme, die Errichtung von Staudämmen oder Umleitungen von Flüssen für die weiter unten am Fluss ansässigen Menschen zum ernsthaften Problem werden. Dies zeigt sich in jüngster Zeit zum Beispiel anhand des Atatürk-Staudammes im Oberlauf des Euphrat oder den politischen Spannungen zwischen Israel, Libanon, Syrien und Jordanien um die Wasseraufteilung des Jordan. Aber auch in kleinerem Rahmen kann und konnte es zu Konflikten kommen, wenn etwa zwei sich an einem Fluss gegenüberliegende Gemeinden versuchten, „sich in Höhe und Stabilität ihrer Dämme gegenseitig zu überbieten, denn das Hochwasser sollte sich auf das jeweils andere Gebiet ergießen“ (Wiesbauer 2004, 9).

Die Nähe zum Gewässer bringt auch die Gefahr von Krankheiten (Cholera, Malaria) und Überschwemmungen mit sich. Damit sind nicht die jährlich wiederkehrenden Hochwässer gemeint, die prinzipiell vorhersagbar sind und auf die sich der Mensch einstellen kann. Die Gefahr droht vielmehr von den selteneren katastrophalen Überschwem-

mungen, die nicht oder nur sehr kurzfristig absehbar sind und die vor allem an den wassernahen Standorten verheerende Schäden anrichten können.

6.3.3.1 Wandel und Maßstab

Die Hydrosphäre unterliegt wie alle anderen Sphären der Landschaft einem ständigen Wandel. Dieser vollzieht sich in räumlich und zeitlich unterschiedlichen Maßstäben, wobei sich vor allem Klima, Vegetation und anthropogene Eingriffe auf die Abflussmenge und somit auf Lage und Form eines Flusses und seiner Talaue auswirken.

Da sind zunächst die im Laufe eines Jahres stattfindenden jahreszeitlichen Schwankungen von Hoch- und Niedrigwasser, die meist mit der Verweildauer der als Schnee gebundenen Niederschläge, der Schneeschmelze und den Trockenzeiten einhergehen. Größere Überschwemmungen treten entsprechend seltener auf und sind im Gegensatz zu den jährlichen Hochwässern nicht oder nur kurzfristig vorhersagbar. Durch diese regelmäßigen und selteneren katastrophalen Überschwemmungen kommt es entlang eines Flusslaufes – wie bereits oben beschrieben (S. 64) – in Abhängigkeit von zahlreichen Faktoren zu Veränderungen der Form einzelner oder einer Reihe von Mäandern, zu einer Abschnürung von Mäandern oder zur Verlagerung eines gesamten Flussabschnittes. Dies bezeugen zahlreiche Strukturen teilweise zerstörter Fundstellen, etwa der römischen Villa von Oberndorf (Unruh 1992, 77), des Legionslagers von Carnuntum (Gugl, Kastler 2007, 410 ff., bes. 414, Abb. 159) oder des Limeskastells von Zwentendorf (Abb. 12). Zudem zeigen sich durch diese Ereignisse Veränderungen an der Talaue. Diese Änderungen vollziehen sich im Laufe von Jahrzehnten und Jahrhunderten. Im zeitlich langfristigen Maßstab ändern sich vor allem im Zuge von Klimawandel Fließgeschwindigkeit, Abfluss, transportierte Flussfracht sowie Lage und Form der Flüsse (Wilkinson, Stevens 2003, 67). Wie stark sich eine Talaue bereits während des Neolithikums änderte, konnten Godlowska et al. im Tal der Vistula in Polen anhand von Pollenprofilen nachzeichnen (Godłowska et al. 1987).

Auf kontinentaler Ebene und in extrem langen Zeiträumen wirken sich Tiefenerosion und Akkumulation eines Flusses als zeitlich sehr langfristige Prozesse aus, die unter anderem für die Schaffung der Flussterrassen verantwortlich sind, und mit der Höhe des Meeresspiegels und klimatischen Schwankungen einhergehen (Ahnert 1996, 237).

Neben dem natürlichen Wandel der Flusslandschaft hatte auch der Mensch einen nicht unbeträchtlichen Anteil am heutigen Aussehen von Flüssen und Talaue. Die mit dem Neolithikum beginnende großflächige Rodung der nach den Eiszeiten entstandenen dichten Wälder, der anschließende bisweilen großflächige Ackerbau und die dadurch in Gang gebrachte Bodenerosion wird als hauptverantwortlich für die Entstehung unserer heutigen Talauen mit den zum Teil meterhohen Auenlehmdecken gesehen (Küster 1996, 93 ff.). Dies geschah seit der frühesten Linearbandkeramik, allerdings nicht in einem kontinuierlichen Ausmaß, sondern je nach Bevölkerungsstruktur und Klima phasenweise, vor allem seit dem Mittelalter (Rulf 1994, 396). Damit einhergehend war auch in vielen Fällen ein sich verändernder Grundwasserspiegel (Bork et al. 1998, 23). Renate Gerlach vermutet, dass die Flüsse während der römischen Kaiserzeit aufgrund der stark angestiegenen Schwebfracht (extensiver Ackerbau) und der geringeren Wasserführung (trockenes Klima) einen stärker verzweigten Verlauf haben mussten (Gerlach 1995, 100).

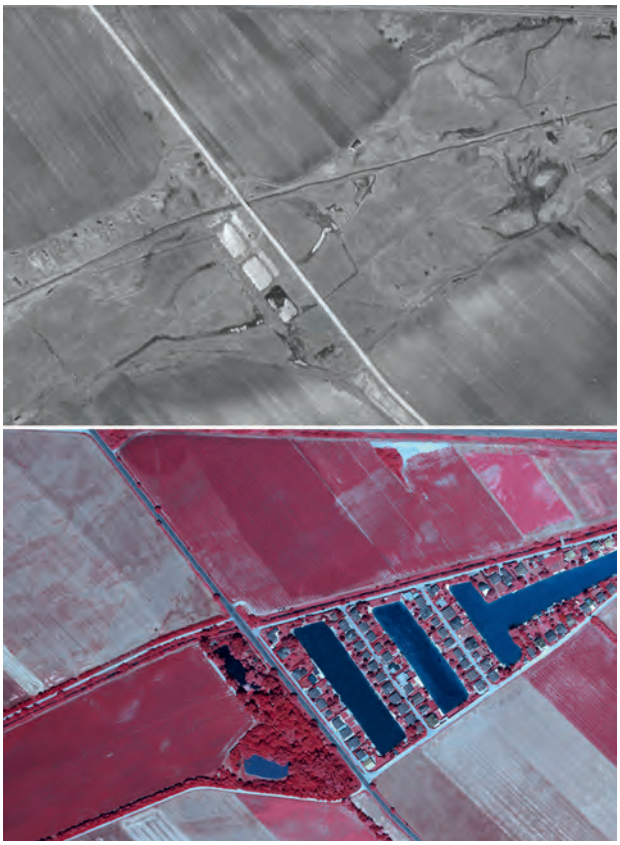


Abb. 13: Ausschnitt des Bereichs der Talaue des Reisenbaches bei Götzendorf, NÖ aus den Jahren 1965 (oben) und 2003 (unten) (© bmlvs/luaufklsta).

Die vor allem seit dem 19. Jahrhundert bewusste Regulierung und Gestaltung der Flusssysteme (Begradigung, Ausbaggerung, Eindämmung, Drainage etc.) hat die Landschaft in diesen Bereichen nachhaltig verändert. Es erscheint schwierig, sich ausgehend von unseren heutigen, vermeintlich „gezähmten" Gewässern ein Bild über die Dynamik und Vielfältigkeit der vergangenen Flusslandschaften unse-

res Raumes zu machen. Lediglich ein Blick auf alte Karten lässt uns die dramatischen Veränderungen, welche die letzten Jahrhunderte mit sich brachten, erahnen (Abb. 13 – vgl. auch Strömmer 2003, S. 21, Abb. 6).

6.4 Biosphäre

6.4.1 Grundsätzliches

Die Biosphäre ist „der von Organismen bewohnbare Raum der Erde, der die Gesamtheit der Ökosysteme umfasst" (Glawion 2007a, 404). Soweit uns heute bekannt ist, erstreckt sie sich auf die Erdoberfläche, den obersten Bereich der Lithosphäre, die Hydrosphäre und den unteren Bereich der Atmosphäre. An Organismen beinhaltet sie neben Pflanzen und Tieren auch Prokaryoten (v. a. Bakterien), Protisten (Algen, Schleimpilze und Protozoen) sowie Pilze, wobei die Taxonomie, was letztere drei Klassen betrifft, unter Mikrobiologen debattiert wird (Dincauze 2000, 329). Im Folgenden sollen vor allem Flora und Fauna besprochen werden.

Weltweit gibt es schätzungsweise 1,7 Millionen Arten, davon machen Tiere etwa drei Viertel aus (Glawion 2007a, 405). Diese stellen zum Leben und Gedeihen Bedingungen an die Umwelt, die in bestimmten Arealen gegeben sind. Jede Organismen-Art hat daher eine theoretische „potenzielle Arealgröße", die in der Praxis jedoch oft nicht zur Gänze besiedelt wird. Meist liegt dies an Barrieren, wie Gebirgen, Meeren oder Klimazonen (Schmitt, Schmitt 2007a, 406), die verhindern, dass sich eine Art auf natürlichem Weg zum Beispiel vom südlichen Afrika nach Europa ausdehnen kann.

Global betrachtet ist der eurasische Raum das mit Abstand größte Gebiet, in dem es aufgrund seiner Ost-West-Ausrichtung für viele Arten kaum Ausbreitungshindernisse gab. Dies hatte nach Jared Diamond zur Folge, dass der in diesem Raum siedelnde Mensch im Laufe der Jahrmillionen einer viel größeren Bandbreite an Kulturpflanzen und domestizierbaren Tieren aber auch potenziell schädlichen Organismen und Viren ausgesetzt war (Diamond 2004, 28 ff.). Deshalb hatte er einen immunologischen Vorteil gegenüber anderen Gruppen – etwa in Amerika oder Australien (Diamonds geografisch-deterministische Ansätze bleiben jedoch nicht unwidersprochen – siehe z. B. McAnany, Yoffee 2010a).

Durch bewusste oder unbewusste „Hilfe" des Menschen konnten sich jedoch zahlreiche Arten im Laufe der Zeit auch jenseits der Ausbreitungsbarrieren heimisch werden. Erstmals dürfte dies im Neolithikum geschehen sein, als im Zuge des Ackerbaus einige Pflanzen und Tiere aus Vorderasien nach Europa kamen. Man spricht bei diesen Arten von Archäophyten bzw. Archäozoen. Ein regelrechter „Boom" an von Menschen eingebürgerten Tieren und Pflanzen setzte seit der Entdeckung Amerikas ein. Diese nach dem Jahr 1492 neu bei uns siedelnden Arten werden als Neophyten / Neozoen angesprochen. In unserem Raum beläuft sich die Zahl der Archäo- und Neophyten auf etwa 12.000 (davon ca. 400 etabliert), die der Archäo- und Neozoen auf etwas über 1.100 (davon 260 etabliert) (Schmitt, Schmitt 2007a, 411 f.).

Auch wenn es bei kleinmaßstäblicher Betrachtung so aussieht, als ob einzelne Arten ein Areal zur Gänze ausfüllen, so erkennt man bei größerem Maßstab, dass es innerhalb des Gebietes zahlreiche kleinere, ungenutzte oder kaum „besiedelte" Gebiete gibt. Aufgrund unterschiedlicher Faktoren stellen diese ungünstige Standorte für den Organismus dar (Schmitt, Schmitt 2007a, 406). Dabei dürfen die einzelnen Arten nicht isoliert betrachtet werden. Vielmehr sind sie Teil von Ökosystemen, in denen sie mit anderen Lebewesen (Biozönose) und ihrer Umwelt (Biotop) in Wechselwirkung (Glawion 2007b, 415). Dies ist vor allem wichtig bei der archäologischen Interpretation paläobotanischer oder paläozoologischer Untersuchungen (Dincauze 2000, 360).

Die physikalischen und chemischen Voraussetzungen an einem Aufenthaltsort, wie Licht, Wärme, Wasser, Nährstoffe, mechanische und biotische Einflüsse, werden als „primäre Standortfaktoren" bezeichnet. Diese sind von den „sekundären Standortfaktoren" – Klima, Relief, Boden, Biozönose – abhängig (Glawion 2007b).

6.4.2 Wandel der Biosphäre

Die Biosphäre und hier vor allem das Pflanzenreich unterliegen wie alle anderen Sphären einer ständigen Veränderung, welche durch die sekundären Standortfaktoren gelenkt wird. Dieser Wandel vollzieht sich in räumlich und zeitlich unterschiedlichen Maßstäben. Generell kann man zyklische und lineare Veränderungen unterscheiden (Friedmann, Schäbitz 2007, 433).

Auf der ganzen Welt gibt es aufgrund der Jahreszeiten mehr oder weniger ausgeprägte, kurzfristige, zyklische Veränderungen im Pflanzen- und Tierreich. Die Auswirkungen sind dabei in erster Linie vom Klima abhängig, an das sich die Biosphäre angepasst hat. Der in unserem Raum stattfindende Wechsel zwischen Wachstums- und Ruhephasen ist sehr präzise vorhersagbar, vorausgesetzt man kennt das Konzept eines Kalenders.

Extreme Hochwasser, Vulkanausbrüche, Orkane und ähnliche katastrophale Ereignisse lösen in der Biosphäre auch längerfristige Zyklen des Wandels und der Regeneration aus. Damit einhergehend ist eine Entwicklung der Vege-

tation, die in Form einer Sukzession (Pionierstadium, Folgegesellschaften, Endstadium, das sich im Gleichgewicht mit der Umwelt befindet) abläuft (Friedmann, Schäbitz 2007, 433). Deren Einsetzen und Dauer sind in vielen Fällen absehbar, aber nicht oder kaum vorhersagbar. Ähnliche Entwicklungen ergeben sich aus langfristigen Änderungen der sekundären Standortfaktoren (v. a. Klimawandel), die je nach Art des Faktors oder Grad der Änderung lokal, kontinental oder global stattfinden können.

Zu guter Letzt sei noch auf die Evolution verwiesen, durch die sich sämtliche Arten der Biosphäre im langfristigen Zeitraum unaufhaltsam weiterentwickeln. Inwieweit diese Veränderungen als „natürlich" anzusehen sind, ist Ansichtssache. Es handelt sich in vielen Fällen wohl eher um eine Co-Evolution, da auch der Wandel der sekundären Standortfaktoren zum Teil vom Menschen ausgelöst wurde. Zudem hat vor allem der Mensch die Tier- und Pflanzenwelt direkt oder indirekt geprägt und ist dazu übergegangen, durch gezielte Züchtung und Gentechnik direkt auf die Evolution einzuwirken.

6.4.3 Biosphäre, Landschaft und Mensch

Die Biosphäre ist in direkter Weise von den anderen Sphären abhängig und steht in Wechselwirkung mit diesen. Das Klima ist der wichtigste Faktor, welcher die potenzielle Arealgröße begrenzt und in vielen Fällen Ausbreitungsbarrieren schafft. Böden, Relief und Hydrosphäre haben Einfluss auf die regionale Verteilung von Pflanzenarten, indem sie die primären Standortfaktoren beeinflussen oder Grenzen für die Ausbreitung darstellen. Im Gegenzug hat die Vegetation großen Einfluss auf ein Lokalklima, schützt die Böden, stabilisiert das Relief und ermöglicht eine höhere Verweildauer des Wassers am Boden.

Die Biosphäre und hier vor allem die Vegetation prägt neben dem Relief in direkter Weise das Aussehen einer Landschaft. Im Sinne der in den letzten Kapiteln bereits wiederholt bemühten Metapher zwischen Erde und Körper, bei welcher die Lithosphäre als Skelett und die Hydrosphäre als Adern dargestellt werden, kommt der Biosphäre die Funktion des „Pflanzenkleids" zu. Mit ihrem stetigen zyklischen und linearen Wandel ändert sich auch das Erscheinungsbild einer Landschaft mitunter drastisch. Deshalb ist das Wissen um die Vegetation für die Rekonstruktion einer Landschaft wichtig.

Für den Menschen bietet die Biosphäre eine wesentliche Lebensgrundlage und beeinflusst als solche sein Verhalten (Dincauze 2000, 391). Sie bietet zahlreiche *Möglichkeiten und Ressourcen* an, aus der Biosphäre drohen dem Menschen aber auch *Einschränkungen und Gefahren*, in Form von Gift (aus Pflanzen oder Tieren), Krankheiten (welche durch Tiere übertragen werden), Parasiten, Raubtieren oder Ungeziefer.

Der Mensch ist der Biosphäre aber nicht passiv ausgesetzt, sondern er nutzt sie aktiv und verändert sie zu seinen Gunsten. Als wohl wichtigste Funktion dient die Biosphäre dem Menschen als *Nahrung*. Der Mensch ist von Natur aus für den Verzehr von pflanzlicher und tierischer Nahrung ausgerüstet. Die tatsächliche Kost, welche Individuen und Gruppen zu sich nehmen, wird einerseits durch die Umwelt des Habitats vorgegeben, andererseits durch gezielte Kultivierung und Domestikation erweitert und durch Tradition, Religion und Kultur eingeschränkt (Dincauze 2000, 397).

Prinzipiell lässt sich die Kost einer prähistorischen Gruppe induktiv oder deduktiv annäherungsweise ermitteln (Neustupný, Dvořák 1983, 254). Beide Möglichkeiten gehen von zahlreichen Annahmen aus und sind von Schwierigkeiten und Unsicherheitsfaktoren begleitet. Der induktive Weg nimmt den archäologischen Befund als Ausgangspunkt: Alle bekannten Informationen aus den unterschiedlichsten Datenquellen müssen gesammelt und zu einem stimmigen Bild verwoben werden. Dabei gibt es zahlreiche „Stolpersteine", welche bereits bei der alles andere als einfache Interpretation botanischer und zoologischer Reste aus Grabungen beginnt. Art der Grabung, Fragestellung und Strategie der Beprobung, Topografie, Einzugsgebiet, Erhaltungsbedingungen, Methode der Analyse, um nur einige der wichtigeren Faktoren zu nennen, müssen bei der Bewertung beachtet werden (Dincauze 2000, 357 ff.; Wilkinson, Stevens 2003, 93; Jacomet, Kreuz 1999, 177 ff.). Auch muss die Häufigkeit des Vorkommens bestimmter Pflanzen oder Tiere nichts mit deren Funktion als Nahrung zu tun haben. Was aus dem vorhandenen Nahrungspotenzial tatsächlich wann und in welcher Menge verzehrt wurde, wird auch von Tradition, Religion und kultureller Einstellung geprägt (Dincauze 2000, 398).

Evžen Neustupný und Zdeněk Dvořák betrachten die Modellierung der Ernährung mithilfe eines deduktiven Modells (Neustupný, Dvořák 1983). Ausgehend vom Kalorienbedarf erstellten sie ein Modell der benötigten Mengen an essenziellen Nahrungskomponenten. Diese wurden in der Folge auf die bekannten Nutzpflanzen und –Tiere bei einer angenommenen Gemeinschaftsgröße umgerechnet. Auch hier sind eine Menge von Unwägbarkeiten und Unsicherheiten vorhanden. So variiert der Nährstoffbedarf je nach Geschlecht, Alter, Gesundheitszustand etc. innerhalb einer Gruppe. Ob die einzelnen Individuen jedoch Zugang zu den gemäß ihres Bedarfs auch tatsächlich benötigten Nahrungsmengen bekamen, kann nicht von vorneherein angenommen werden (Dincauze 2000, 478).

Für die Ernährung spielte natürlich auch die Jagd eine wesentliche Rolle. Dena Dincauze macht jedoch darauf aufmerksam, dass die Jagd auf Großsäuger nicht immer mit notwendiger Nahrungsbeschaffung zu tun haben muss-

te (Dincauze 2000, 470). Oft können auch Männlichkeit, Status oder das Beschützen der Herden vor Fleischfressern eine Rolle gespielt haben.

Ein weiterer extrem wichtiger Nutzen der Biosphäre für den Menschen war die Gewinnung von *Energie*. In der vorindustriellen Zeit wurde – abgesehen von Mühlen, welche mit Wasser- oder Windkraft betrieben wurden – praktisch der gesamte Energiebedarf aus Biomasse – und zwar fast ausschließlich aus Holz – gewonnen. Brennholz wurde zur Erzeugung von Licht und Wärme, bei der Verarbeitung der Nahrung und seit dem Neolithikum zur Herstellung von Tonware benötigt. In den Metallzeiten steigerte sich der Bedarf an Energie durch den Erzabbau und die Erzverarbeitung. Ein regelrechter „Holzvernichter" war die Glasindustrie seit dem Mittelalter aufgrund der für die Glasschmelze benötigten hohen Temperatur (Dirlmeier et al. 2003, 10). Diese konnte zwar durch Pottasche gesenkt werden, aber deren Herstellung war ebenfalls mit einem hohen Holzverbrauch verbunden (Küster 1998, 155 ff.).

Bei der Verwendung pflanzlicher Biomasse ergaben sich zwei Probleme. Erstens war die Verwendung von Holz in der prähistorischen Zeit durch dessen aufwendigen Transport (wenn man von der Beförderung im Wasser absieht) räumlich stark eingegrenzt. Außerdem konnte es in Zeiten erhöhten Energiebedarfs durch die langsame Regeneration der Ressource Holz zu Energieknappheit kommen, der man durch technische Innovation, Verlagerung der Siedlungsaktivität, oder Verminderung der Bevölkerungszahl entgegnen musste (Schenk 2001, 626 f.).

Die Energie domestizierter Tiere wurde als *Arbeitskraft* in der Landwirtschaft oder beim Transport von Menschen und Gütern genutzt. Darüber hinaus dienten etwa Hunde als Beschützer, Wächter oder bei der Jagd. Zudem spielte der Besitz etwa von Rindern eine wichtige soziale Rolle, indem er den Besitzern Prestige gab (Edmonds 1999, 27; Brather 2006, 73). Die Biosphäre liefert wichtige *Rohstoffe* für Baumaterial (Holz, Schilf), Werkzeuge, Schmuck oder Kleidung und beeinflusste damit nicht unwesentlich das Gepräge der Architektur einer Region. Zuletzt sei auch auf die Funktion von Pflanzen als *Heilmittel* oder *Droge* hingewiesen.

6.4.4 Anthropogen beeinflusster Wandel

Im Zuge der Nutzung ihrer Ressourcen aber auch der Vermeidung ihrer Gefahren verändert der Mensch – gewollt und ungewollt – die Biosphäre. Sein Einfluß ist mittlerweile so gravierend, dass Paul J. Crutzen den Begriff „Anthropozän" für das Zeitalter, welches Ende des 18. Jahrhunderts begann, prägte (Crutzen 2002; siehe auch: Ehlers 2008). Rolf Peter Sieferle unterscheidet im Zuge der menschlichen Nutzung Naturlandschaft, Agri-Kulturlandschaft und die „totale Landschaft" der Industriegesellschaft als drei aufeinanderfolgende Phasen (Sieferle 1997b). Es gibt heute in Mitteleuropa kein Gebiet und keine Spezies mehr, die nicht in irgendeiner Form von der menschlichen Einwirkung betroffen und verändert wurden (Dincauze 2000, 411). Vor allem seit dem Mittelalter kam es zu einer „vollständigen und nachhaltigen Veränderung" der Fauna und Flora praktisch jedes natürlichen oder naturnahen Fleckchens bei uns (Friedmann, Schäbitz 2007, 433). Selbst vermeintliche „Urwälder" zeigen bei näherer Betrachtung oft Anzeichen zurückliegender anthropogener Nutzung (Ellenberg 1986, 34). Auch wenn sich anthropogen bedingte Veränderungen der Biosphäre nicht immer vom natürlichen – etwa klimabedingten – Wandel unterscheiden lassen (siehe dazu zum Beispiel die Diskussion zum Ulmensterben – vgl. S. 50), so müssen wir davon ausgehen, dass der Einfluss des Menschen bereits in prähistorischer Zeit deutlich spürbar gewesen sein muss.

Einen umfassenden Überblick zur Entwicklung der Biosphäre in unserem Raum gibt Hansjörg Küster. Er betont immer wieder den Einfluss menschlicher Verhaltensweisen auf die Umwelt (Küster 1996). Während der Einfluss von Jägern und Sammlern auf die Biosphäre für gewöhnlich als gering eingestuft wird, macht Helmut Haberl auf den bereits frühen Einsatz von Feuer und eine eventuelle Beteiligung beim Aussterben von Großsäugern aufmerksam (Haberl 1999, 42).

Die wohl wichtigste, direkteste und nachhaltigste Veränderung der Biosphäre durch den Menschen war die Kultivierung von Pflanzen und die Domestikation von Tieren spätestens mit dem Beginn des Neolithikums, die an mehreren Plätzen der Erde unabhängig voneinander vonstattenging (Dincauze 2000, 393; Barker 2006). Dabei kam es zu direkten als auch indirekten Eingriffen des Menschen in die Biosphäre: „… denn von nun an unterschied er zwischen „nützlichen Pflanzen", die es zu bewahren und „Unkraut", das es auszurotten galt. Tiere wurden gleichermaßen in „nützliche" und „unnütze" Arten eingeteilt. Besonders Raubtiere und Raubvögel wurden nun oft bis zur Ausrottung verfolgt" (Bargatzky 1986, 57). Ergebnis war eine Agri-Kulturlandschaft, in der „neue Typen von Ökosystemen", wie Felder, Hutweiden oder später auch Stand- oder Mähweiden entstanden (Haberl 1999, 43).

Zu der direkten Einwirkung zählen der Import neuer Pflanzen- und Tierarten und deren physiognomische Veränderung durch gezielte Selektion und Kreuzung. Während die Vielfalt an domestizierten Pflanzen und der mit ihnen als Nebenprodukte eingeführten Unkräuter mit der Zeit reicher wurde, verarmte in diesen Bereichen die Diversität der

natürlichen Vegetation (Dincauze 2000, 395): Die an diesen Standorten im Vergleich zu den früheren Wäldern verringerte Nettoprimärproduktion (Biomasse, welche jährlich neu gebildet wird) kann zwar vom Menschen vermehrt genutzt werden, wirkt sich aber negativ auf die wild lebende Fauna sowie auf Pilze und Mikroorganismen aus (Haberl 1999, 44). Weiters musste für den Anbau von Nutzpflanzen die ursprüngliche Vegetation (meist Wald) entfernt und die natürliche Entwicklung in diesen Bereichen durch diverse Eingriffe in Nährstoff- und Wasserhaushalt unterbunden werden (Küster 2001, 20).

Durch Ackerbau und Viehzucht kam es aber auch zu einer indirekten Veränderung der Biosphäre. Diese ergab sich aus den durch den Menschen herbeigeführten veränderten Standortbedingungen ausgelöst durch Rodung und Reduktion der Biomasse. H.-R. Bork et al. formulierten dazu mehrere Regeln und Thesen zur klimatischen Veränderung aufgrund veränderter Vegetationsverhältnisse (Bork et al. 1998). Danach führt aufgrund der ausgleichenden Wirkung von Vegetation auf das Klima eine „drastische Reduzierung der Biomasse" zur Ausbildung stärkerer „Intensität und Dauer von Klimaextremen", und zwar regional als auch subkontinental (Bork et al. 1998, 22 f.). Zudem wird der Oberflächenabfluss „entscheidend beeinflusst" (Bork et al. 1998, 23). Extensive Landwirtschaft führe daher zu Bodenerosion, Bodenverschlechterung, Änderung des Lokalklimas sowie zum Ansteigen des Grundwasserspiegels (sofern nicht künstlich bewässert wird) (Bork et al. 1998, 23; Dincauze 2000, 391).

Im Zuge der Industrialisierung unserer Gesellschaft und der Landwirtschaft haben sich Landschaft und Biosphäre besonders stark verändert. Helmut Haberl bringt dies zum Ausdruck, indem er die historisch gewachsene Agri-Kulturlandschaft für die moderne, industrielle Landwirtschaft als „lästig" charakterisiert. Die Landschaft sei somit selbst in der Landwirtschaft zum Störfaktor geworden: Die gewachsenen, kleinflächigen Strukturen und die damit einhergehende Mikrotopografie werden kommassiert, eingeebnet und bereinigt, um der modernen Landwirtschaft mit ihren großen und schweren Maschinen möglichst wenig Hindernisse zu bieten (Haberl 1999, 48).

Besonders der Wald, als wichtiger Teil der Kulturlandschaft (Nüsser et al. 2005, 384), erlebte durch den Menschen eine äußerst wechselhafte Geschichte. Aufgrund seines breiten Nutzens als Lieferant für Energie, Baumaterial und Winterfutter sowie seiner Nutzung als Viehweide wurde er stark dezimiert, im Bestand verändert und regional fast zur Gänze vernichtet. Heinz Ellenberg führt zum Beispiel die verändernden Auswirkungen der Waldweide deutlich vor Augen (Ellenberg 1986, 40 ff.): Durch die in Mitteleuropa noch bis vor 200 Jahren weitverbreitete Art der Beweidung der domestizierten Viehbestände (Rind, Schwein, Schaf, Pferd) kam es zunächst zu einer Auslese an Bäumen: Baumkeimlinge und Jungbäume wurden von den Tieren bevorzugt gefressen – vor allem jene von Eichen und Buchen (vgl. auch Nüsser et al. 2005, 389). Außerdem wurde ein „wesentlicher Teil des Winterfutters" durch die Praxis des „Schneitelns" (Abschneiden von Zweigen mit Blättern im Frühsommer) beigebracht. Dies führte zu einer Verringerung der Bestände an Futterlaubbäumen und in der Folge zu einer Auflichtung der Wälder. Da in den lichten Partien nährstoffreichere Gräser und Kräuter wachsen und bessere Bedingungen für eine Beweidung vorliegen, wurde diese Auflichtung oft durch den Menschen unterstützt: Es entstand die Hut- oder Triftweide. Auf diesen kommt es im Lauf der Zeit zu einer Ausbreitung von Weideunkräutern (Wacholder, Schlehe, Disteln …) und durch Viehtritt zu einer Verschlechterung des Bodens.

Mit dem wachsenden Energieverbrauch einhergehend wurden die Wälder im Lauf der Zeit immer mehr gelichtet und völlig abgeholzt. In Phasen des Bevölkerungsrückganges (zum Beispiel während der Völkerwanderung und des Frühmittelalters) konnten sich die Wälder regenerieren um dann im Hochmittelalter wieder großflächig dem rasch ansteigenden Energieverbrauch zum Opfer zu fallen. Spätestens seit dem 13. Jahrhundert kam es zur Bewirtschaftung des Waldes als Niederwald (der alle 8 bis 40 Jahre zur Brennholzgewinnung geschlagen wird) und Mittelwald (indem einzelne Bäume stehen gelassen wurden, um als Bauholz zu dienen), dessen Nutzung zum Teil streng geregelt war (Ellenberg 1986, 49 ff.; Nüsser et al. 2005, 387 f.; Küster 1998, 113 f.). Rodungs- und Überweidungsverbote wurden in zahlreichen Regionen erlassen. Seit 1368 ist die Methode der künstlichen Bepflanzung mit Nadelhölzern für Nürnberg und der Export von Samen unterschiedlicher Nadelhölzer belegt (Dirlmeier et al. 2003, 10). Manche Landstriche waren daher seit dem Neolithikum mehrfach be- und entwaldet.

Ein weiterer Grund, weshalb die Wälder in unserem Raum nicht völlig vernichtet wurden, war die Jagd (Nüsser et al. 2005, 389). Diese hatte wiederum Auswirkungen auf die Zusammensetzung von Biotopen und die Ausrottung von Großsäugern. Bis heute ist die Diskussion um eine eventuelle anthropogene Ursache für das Aussterben der Großsäuger in Nordamerika nicht entschieden (Dincauze 2000, 470 f.). Man schätzt, dass aufgrund der modernen menschlichen Aneignung großer ehemals natürlich belassener Territorien, Verschmutzung, unmäßiger Jagd und Fischfang etc. etwa 100 Tier- und Pflanzenarten pro Tag vernichtet werden (Glawion 2007a, 405). Durch die sesshafte Lebensweise passten sich aber auch zahlreiche Tier-

arten, wie Nager oder Ungeziefer an den Menschen an und „teilen" sich seither ungewollter Weise Lebensraum und Nahrungsmittel mit dem Menschen (Dincauze 2000, 475).

In Summe zeigt sich also ein breites Spektrum an gewollten oder ungewollten Veränderungen des Menschen an der Biosphäre. Hans-Rudolf Bork et al. sprechen von einer sich wiederholenden „Mensch-Umwelt-Spirale", eine ursprünglich durch gewollte oder ungewollte Veränderungen in Rollen gebrachte „Wirkungskette", welche ab einem bestimmten Schwellenwert eine „Eigendynamik" entwickelt (Bork et al. 1998, 31). Der ganze Prozess laufe in fünf Phasen ab, wonach ein dynamisches Gleichgewicht (Phase 1) durch ein Wechselspiel zwischen vermehrter Nutzung durch Landwirtschaft, Bevölkerungswachstum und technischer Innovation zu einer Verringerung der Biomasse kommt (Phase 2) und die Landschaft „destabilisiert" wird (Phase 3). Es kommt vermehrt zu Umweltkatastrophen (instabiles Gleichgewicht), zu Bodenerosion und mit der einhergehenden Verringerung der Bodenfruchtbarkeit auch zu einem geringeren Ertrag, was in Summe zu einem ausgeprägten Bevölkerungsrückgang führt (Phase 4). Dadurch nähert sich die Natur wieder einem stationären Zustand in Form eines dynamischen Gleichgewichtes (Phase 5), in dem sich durch extensive landwirtschaftliche Nutzung Wälder und Grünland wieder an Fläche gewinnen können. Die Spirale hat sich gedreht und kann einen neuen Zyklus beginnend mit Phase 1 durchlaufen (Bork et al. 1998, 35–37). Da Veränderungen der Landschaft irreversibel sind, befindet sich dieses Gleichgewicht jedoch auf einem anderen Niveau. Die neuen Wälder haben die veränderte Zusammensetzung einer Sekundärsukzession (Küster 1998, 30). Mit jedem Durchlauf der fünf Phasen erodieren die Böden weiter und verändert sich deren Fruchtbarkeit. „Kumuliert über die Jahrhunderte gehen dabei immer mehr Böden verloren" (Bork et al. 1998, 35).

Bereits aus prähistorischer Zeit sind anthropogen verursachte Umweltzerstörungen belegt, wobei es über das Ausmaß unterschiedliche Einschätzungen gibt (vergleiche z. B. die konträren Ansichten bei Diamond 2006 und den Beiträgen in McAnany, Yoffee 2010a). So konstatieren Robert J. Braidwood und Bruce Howe bereits für das neolithische armõ (im irakischen Kurdistan) eine umfassende anthropogene Zerstörung der Biosphäre (v. a. der Wälder) (Braidwood und Howe 1960, 173). In jüngster Zeit vertritt jedoch Holger Sonnabend die Meinung, „das Ausmaß der anthropogenen Naturveränderungen in der Antike nicht zu hoch einzuschätzen" (Sonnabend 2005, 119).

Es ist nicht klar, inwieweit sich die (prä-)historischen Menschen der Irreversibilität ihrer Zerstörungen bewusst waren. In jedem Fall gibt es in Platons Kritias eine viel zitierte Textpassage, in welcher die durch den Menschen herbeigeführte Umweltzerstörung in Attika beklagt wird. Demnach sei es durch die Abholzung großer Waldgebiete zu einer starken Bodenerosion und in der Folge zu einer nachhaltigen Zerstörung der Biosphäre gekommen:

„… so ist denn das, was jetzt übriggeblieben ist, geradeso wie auf den kleinen Inseln, in Vergleich zu dem, was vorher war, wie die Knochen eines von Krankheit verzehrten Leibes: der fruchtbare Boden ist davon abgefallen und hat nur noch das Skelett des Landes zurückgelassen. Als er noch unversehrt war, hatte das Land hohe, runde Hügel anstelle der nackten Berge, und die Ebene, die heute Phelleus heißt, war damals ein reiches Land mit dicker Erdkrume. Und auf den Bergen gab es große Wälder, von denen wir noch heute Spuren haben. Heute gibt es Berge, die außer Bienen nichts ernähren; aber es ist noch gar nicht lange her, daß man auf ihnen Bauholz geschlagen hat, um die Dächer der größten Gebäude aufzuführen, deren Dachbalken noch immer gesund sind. Außerdem gab es eine Fülle von Baumkulturen, und die Berge dienten zahllosen Herden zur Weide." (Platon, Kritias III a-e, zitiert nach Kitto 1978, 63).

Neben diesen anthropogenen Veränderungen bewirkten auch externe, vor allem klimatische Faktoren einen Wandel in der Biosphäre. In Summe ergibt sich das Modell eines auf unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Maßstäben ablaufenden, stochastischen Prozesses, der dynamisch und auf Grundlage vieler unterschiedlicher Ursachen abläuft und somit kaum modellierbar ist (Dincauze 2000, 463). In jedem Fall hat sich die Biosphäre durch die Zeit hindurch stark gewandelt. Heutige Verhältnisse dürfen somit auf keinen Fall auf die Vergangenheit übertragen werden.

6.5 Zusammenfassung

Die physische Struktur der Landschaft setzt sich aus den vier Sphären – Atmosphäre, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre – zusammen. Alle vier Sphären lassen sich schwer isoliert betrachten, da sie in einer komplexen Wechselwirkung untereinander stehen und sich gegenseitig beeinflussen. In diesem Zusammenspiel geben sie der Landschaft ihr regional so unterschiedliches Gepräge. Die Vegetation der Biosphäre und das Relief der Lithosphäre prägen das Erscheinungsbild einer Landschaft in direkter Weise. Klima, Böden und Hydrosphäre sind eher indirekt am Aussehen der Landschaft beteiligt, indem sie die Standortbedingungen der Biosphäre vorgeben und das Relief formen.

Die physische Struktur der Landschaft ist, wie in den einzelnen Kapiteln gezeigt werden konnte, dynamisch; sie unterliegt einem ständigen Wandel. Dieser vollzieht sich in Form von zahlreichen, in den unterschiedlichsten räumlichen und zeitlichen Maßstäben ablaufenden, sich gegen-

seitig überlagernden „Störungen“. Zahlreiche verlaufen zyklisch und sind Teil des dynamischen Gleichgewichtes, andere verlaufen linear und führen zu einer dauerhaften, irreversiblen Veränderung. Die Auswirkungen des Menschen auf jede der Sphären sind zum Teil gravierend und oft irreversibel.

Die physische Struktur, auf welche die Umwelt häufig reduziert wird, bietet dem Menschen Ressourcen, begrenzt aber auch seine Möglichkeiten und setzt somit einen Teil der Rahmenbedingungen für sein Handeln. Inwieweit die physische Struktur menschliches Verhalten und letztendlich Kultur determiniert, war und ist auch heute noch Inhalt archäologischer Debatten.

7. Kulturelle Struktur der Landschaft

In den vorherigen Kapiteln konnten Atmosphäre, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre anhand physikalischer, chemischer und biologischer Abläufe und Gesetze beschrieben werden. Der Zustand der physischen Struktur einer Landschaft lässt sich mehr oder weniger aufwendig messen und kartieren. Der Wandel kann anhand der Regelhaftigkeiten unter bestimmten Annahmen vorausberechnet, und in vielen Fällen können auch vergangene Zustände modelliert werden.

In diesem Kapitel sollen jene Faktoren herausgearbeitet werden, die für die Ausformung der kulturellen Struktur der Landschaft ausschlaggebend sind. Es wird dabei der Frage nachgegangen, woran sich raumwirksames Verhalten orientiert und wodurch es geprägt wird? Dazu ist es notwendig, sich mit der Rolle der Natur und dem damit verbundenen, in der Archäologie noch immer thematisierten Erklärungsansatz des Ökodeterminismus auseinanderzusetzen, und ihm in der Folge das Konzept der menschlichen Handlungsfähigkeit (*Agency*) gegenüberzustellen.

7.1 Ökodeterminismus

Das Hauptproblem, welches sich bei der Beschreibung und Erklärung der kulturellen Struktur einer Landschaft zu ergeben scheint, ist das Fehlen von Gesetzmäßigkeiten für das menschliche Handeln im Raum, welche etwa begründete Schlussfolgerungen für die Wechselwirkung zwischen Siedlungsmuster und Lebensweise zulassen würde (Wirth 1979, 258). Ein häufiger Erklärungsansatz basiert daher auf der physischen Struktur der Landschaft. Diese bietet einen Teil der Rahmenbedingungen für den in ihr lebenden Menschen. Je nach Betrachtungsweise können diese als einschränkend bzw. determinierend für die Wahl eines Siedlungsplatzes, oder als ein Repertoire an Möglichkeiten und Ressourcen angesehen werden. In jedem Fall ist die physische Umwelt nicht unwesentlich an der Entwicklung bestimmter Lebensweisen der in ihr siedelnden Menschen beteiligt. Vor allem Klima, Relief und Wasserhaushalt haben großen Einfluss auf die Wirtschaftsweise und damit letztendlich auch auf die entstehenden Siedlungsmuster. Auf dieser Feststellung aufbauend treten in der räumlichen Archäologie wiederholt ökodeterministische Erklärungsmuster auf.

Mit „Ökodeterminismus“ (*environmental determinism*) bezeichnet man die Auffassung, dass Kultur, anthropogene Strukturen und gesellschaftliche Verhältnisse durch „Umweltzwänge“, d. h. durch von der Natur bestimmte Faktoren verursacht und beeinflusst werden und somit ein Kausalverhältnis besteht (Gaffney, van Leusen 1995, 367). Der Mensch ist demnach von den Naturbedingungen abhängig. Häufig werden auch die Begriffe „Umweltdeterminismus“ und „Geodeterminismus“ synonym verwendet.

Der Ökodeterminismus dominierte die Humangeografie des 19. und beginnenden 20. Jahrhunderts. Man vertrat die Meinung, „dass menschliches Sozialverhalten, menschliche psychische Konstitution und körperliche Erscheinung des Menschen auf geografische, insbesondere klimatische Unterschiede zurückgeführt werden können“ (Bargatzky 1986, 24). Obwohl dieser Ansatz in der Geografie bereits früh durch den Possibilismus abgelöst worden war, wird ihm in letzter Zeit wieder vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt (Coombes, Barber 2005, 303).

Archäologisch-ökodeterministische Erklärungen implizieren meist folgende grundlegenden Annahmen: (1) Der Mensch hat seine Standorte immer unter dem Aspekt der Gewinnmaximierung ausgesucht. (2) Der Mensch ist von der „natürlichen“ Umwelt abhängig. Sozialer Wandel wird als Reaktion auf Veränderungen in der Umwelt erklärt. Die einzelnen physischen Sphären der Landschaft, also Klima, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre sind wichtige, wenn nicht die einzig relevanten Faktoren bei der Standortwahl.

In der archäologischen Forschung wird vor allem bei Fragestellungen zum „Untergang“ von Zivilisationen mit ökodeterministischen Erklärungen vorgegangen (zahlreiche Beispiele dazu finden sich bei Diamond 2006, Rowland 2008 sowie im kritischen Artikel von Coombes, Barber 2005, 304). Dabei dürften offensichtlich aktuelle Themen

um Klimawandel, Ausbeutung von Ressourcen oder Umweltverschmutzung eine nicht unwesentliche Rolle spielen. Patricia McAnany und Norman Yoffee drücken dies treffend aus:

„... today's worries about the future make their way into our explanations of the past" (McAnany, Yoffee 2010b, 6).

Im hier behandelten Kontext der Landschaftsarchäologie begegnet uns der Umweltdeterminismus vor allem bei der Frage nach der Platzwahl für Siedlungen, Bestattungen und Monumente. Die Wahl eines Ortes wird durch einen oder eine Kombination von Umweltfaktoren vorgegeben (Relief, Klima, Böden etc.). Dies sei, so Martijn van Leusen, ein probates Hilfsmittel speziell im Denkmalschutz, wo eine aus umweltbezogenen Variablen erstellte Archäoprognose (vgl. S. 285 ff.) helfen kann, Fundhoffnungszonen zu modellieren. Für diesen Zweck seien umweltrelevante Faktoren wichtig, es dürfe jedoch kein reduktionistischer Kausalzusammenhang abgeleitet werden (Gaffney, van Leusen 1995, 369). Weiter argumentiert er, dass vor allem im kleinmaßstäblichen Bereich ökodeterministische Variablen bzw. die physische Struktur für kulturelle Erscheinungen bestimmend seien (Gaffney, van Leusen 1995, 369).

Auch sei gerade die bewusste Anwendung des Ökodeterminismus hilfreich, eventuelle kulturelle Faktoren in einer Verbreitung zu finden (Gaffney, van Leusen 1995, 370). Dies ist ein in der Archäologie durchaus gängiges Argument. Ähnlich argumentiert unter anderen Axel Posluschny: Wenn man ein Siedlungsmuster durch die umweltrelevanten Faktoren untersucht, müssen alle „Siedlungen mit abweichendem Präferenzverhalten" durch kulturell beeinflussende Faktoren erklärbar sein (Posluschny 2001, 85, 154).

Ökodeterministische Erklärungen werden vor allem in der prozessualen und in der kulturhistorisch geprägten Archäologie angewandt. In der prozessualen Archäologie dürfte es vor allem die vom Neo-Evolutionismus geprägte Vorstellung eines auf die Umweltbedingungen reagierenden Menschen sein, welche ökodeterministische Szenarien so beliebt machte (vgl. Trigger 1989, 327 f.). Ein weiterer Grund für den Erfolg des Ökodeterminismus innerhalb der New Archaeology waren die von ihr verwendeten statistischen Methoden, welche vor allem mit den „objektiv" messbaren Variablen der Natur am besten und einfachsten funktionieren.

Im kulturhistorischen Denken des deutschsprachigen Raumes dürfte die Verbreitung des Ökodeterminismus vor allem in der empirischen Grundhaltung verknüpft mit einer bis vor Kurzem anhaltenden, allgemeinen Theoriefeindlichkeit liegen, die einer reflektierenden Arbeitsweise entgegenwirkt. Durch Integration von naturwissenschaftlichen Ergebnissen versuchte man die Aussagen der Siedlungsarchäologie zu objektivieren. Auf diesem Substrat erscheint die Verwendung fast ausschließlich umweltrelevanter, natürlicher Faktoren bei der Standortanalyse verständlich (z. B.: Müller-Perband 1977; Müller 1980; Ostritz 1991; Simons 1989; Valde-Nowak 2002; Ramminger 2003; Pankau 2007).

Zudem können viele Arbeiten, bei denen GIS-Auswertungen eine Grundlage bilden, als ökodeterministisch eingestuft werden. Dies scheint eine Konsequenz der in GIS-Analysen verwendeten bzw. verwendbaren Datengrundlagen zu sein. Normalerweise sind es gerade die umweltrelevanten Daten (etwa Geländemodelle, Bodenkarten, geologische Karten, Gewässernetze), welche zumeist bereits vorhanden sind, und gegebenenfalls prinzipiell messbar sind und kartiert werden können (vgl. Gaffney, van Leusen 1995, 368). Soziale oder kognitive Variablen lassen sich nicht so einfach in ein GIS übersetzen. Oft dient dieser Umstand jedoch als Entschuldigungsgrund, weshalb man ökodeterministisch auswertet, obwohl man es eigentlich besser wüsste. Es gibt jedoch in letzter Zeit einige Arbeiten (z. B. Llobera 2001, 1996; Exon et al. 2000), welche soziale Variablen in ihre GIS-Analysen integrieren (vgl. Kapitel 14.2).

7.2 Das Individuum und die Überwindung des Ökodeterminismus

In fast allen ökodeterministischen Arbeiten fällt auf, dass man als Hauptargument für die Bedeutung umweltbezogener Variablen unsere heutigen auf wirtschaftliche Gewinnmaximierung basierenden Wertvorstellungen auf die Vergangenheit überträgt. Man bedient sich dabei eines menschlichen Idealtyps, des Homo oeconomicus, dessen Verhalten aufgrund seines übertrieben eindeutigen Charakters verhältnismäßig einfach zu modellieren ist.

7.2.1 Homo oeconomicus, RREEMM-Modell und Rationalität

Mit der Vorstellung vom Menschen als Homo oeconomicus ist das Konzept eines rational denkenden und eigennützig handelnden Menschen verbunden. Er maximiert „seinen individuellen Nutzen auf der Grundlage vollkommener Information und stabiler und geordneter Präferenzen" (Esser 1999, 236). Es handelt sich dabei um einen Idealtyp, der vor allem aufgrund seines vollständigen Wissens und der immer gleichbleibenden Ziele nicht realistisch und für archäologische Fragestellungen ungeeignet ist. Immerhin wird er als Grundlage für zahlreiche Modelle der Standortlehre genutzt (vgl. die Thünenschen Ringe im Kapitel 7.3.2.1), die auch in die Archäologie Eingang gefunden haben.

Diesem Homo oeconomicus stellt Siegwart Lindenberg das RREEMM-Modell gegenüber (Lindenberg 1985). Es steht für einen *Resourceful, Restricted, Expecting, Evaluating, Maximizing Man*, d. h. einen Menschen, der in Bezug auf sein Handeln bestimmten Rahmenbedingungen unterworfen ist, in denen er Ressourcen und Möglichkeiten zu nutzen weiß, zugleich aber auch Beschränkungen unterliegt. Er handelt intentionell entsprechend einer Erwartungshaltung und maximiert seinen Handlungsnutzen, indem er seine Situation und die Rahmenbedingungen bewertet. Das Modell unterliegt nicht den unrealistischen Vorstellungen eines Homo oeconomicus und erscheint laut Esser (Esser 1999, 238) für soziologische Erklärungen anwendbar, nicht zuletzt, weil es „die wichtigsten Einzelkomponenten der biologischen und anthropologischen Grundlagen menschlicher Existenz zusammengefasst". Dieses Modell eignet sich auch gut für die Untersuchung landschaftsarchäologischer Fragestellungen und soll deshalb in dieser Arbeit zur Anwendung kommen.

Um menschliches Handeln wissenschaftlich untersuchen zu können, bedarf es des Konzeptes eines rational handelnden Menschen (Rössler 1999, 75; Wirth 1979, 238). Der Begriff des rationalen Handelns ist insofern problematisch, als er häufig als ökonomisch gewinnmaximierend missverstanden wird (vgl. Cowgill 2000, 54). Es gibt jedoch keine universellen Richtlinien, was als rational bezeichnet werden muss.

Rationalität ist immer eine Funktion der Rahmenbedingungen, historischer Umstände, sozialer Bedeutung und zugänglicher Information (Rössler 1999, 71 f., 76). Ein unterschiedlicher Grad an Wissen und Information kann dazu führen, dass ein und dieselbe Handlung in Bezug auf ihre Rationalität unterschiedlich bewertet wird (vgl. Knox, Marston 2001, 43). In unserer westlichen Zivilisation wird rationales Handeln anhand von ökonomischer Gewinnmaximierung gemessen. Dies ist aber nicht zwingend für andere Kulturen oder vergangene Epochen gültig. Martin Rössler betont in diesem Zusammenhang die Bedeutung sozialer „Gewinnmaximierung":

„Entsprechend müssen wir den Begriff der Rationalität relativieren, denn die Ethnologie hat unzählige Zeugnisse über den Sachverhalt gesammelt, dass (aus wirtschaftswissenschaftlicher Sicht) scheinbar irrationalen oder gar ‚sinnlosen' Konzeptionen und Handlungen de facto hochgradig komplexe Intentionen zugrunde liegen, die über die Definition von Zielen, Zwecken und Mitteln entscheiden. In nicht-westlichen Kontexten ist wirtschaftliches Handeln zum Beispiel häufig motiviert durch Streben nach Prestige, Macht, Respekt … oder durch tief verwurzelte Abhängigkeiten von übernatürlichen Mächten" (Rössler 1999, 76 f.).

Natürlich gibt es Situationen, in denen ein Mensch irrational handeln kann – wenn er etwa durch starke Emotionen (Wut) oder Müdigkeit beeinflusst ist (Cowgill 2000, 54). Irrationales Verhalten wird innerhalb des gesellschaftlichen Kontextes jedoch erkannt und gegebenenfalls sanktioniert. Daher kann es im Rahmen archäologischer Modellvorstellungen ignoriert werden.

Rationales Verhalten ist also mit dem Erkennen eines Nutzens verbunden, es ist „Handeln in Übereinstimmung mit den Annahmen (Axiomen) einer Entscheidungstheorie" (Diekmann, Voss 2008, 94). Dies bedeutet, dass der rational handelnde Mensch logische Schlüsse ziehen, die Konsequenzen einer Handlung abschätzen und darauf basierend eine Entscheidung zwischen mehreren Alternativen treffen kann. In diesem Sinne handeln sowohl Homo oeconomicus, RREEMM, aber auch alle anderen Idealtypen – selbst der Satisfizer (Wirth 1979, 237) – rational.

In jedem Fall darf rationales Handeln nicht automatisch mit ökonomischer Gewinnmaximierung gleichgesetzt werden. Daher ist die Übertragung unserer heutigen „westlichen" Wertvorstellungen auf vergangene Verhältnisse unzulässig – es sei denn, man kann im konkreten Fall gute Gründe dafür vorbringen.

7.2.2 Handeln und Handlungsfähigkeit des Menschen

Die zweite implizite Annahme ökodeterministischer Erklärungen bezieht sich auf den bestimmenden Einfluss der physischen Struktur auf räumliches Verhalten und sozialen Wandel. Hier stellt sich die Frage, wie man der Rolle von Natur gerecht werden kann, ohne deterministisch zu sein.

Die Unzulänglichkeit am Ökodeterminismus liegt nicht in der Tatsache begründet, dass umweltbezogene Variablen in siedlungs- und landschaftsarchäologischen Arbeiten mit einbezogen werden. Die Menschen sind unbestrittener Weise bis zu einem gewissen Grad von der Umwelt abhängig: Bauern brauchen nun einmal Boden, um Getreide anzubauen und ihr Vieh zu weiden. Siedlungsstandorte scheinen sich bei kleinmaßstäblicher Betrachtung anhand bestimmter Variablen der physischen Umwelt zu orientieren. Dennoch ist die Wahl eines jeden Siedlungsplatzes – sofern sie nicht zentral gelenkt wird – letztendlich die Entscheidung eines Individuums oder einer Gruppe von Menschen. Diese sind entsprechend dem RREEMM-Modell von Intentionen und Erwartungen geleitet, und unterliegen bestimmten Rahmenbedingungen. Diese können vielfältig und Komplex sein (etwa religiöse Tabus und Gebote, Wertvorstellungen, zugängliche Information, physische Struktur), was das Herausarbeiten einfacher Kausalzusammenhänge verbietet (vgl. die „territoriale Falle": Knox, Marston 2008, 260).

Zu sehr vereinfachend wird es daher, wenn man versucht, menschliches Verhalten allein aufgrund umweltbedingter Variablen (Boden, Nähe zu Wasser, Hangneigung etc.) zu erklären und die Natur als das menschliche Verhalten determinierend ansieht. Archäologisch gesehen ist dies nicht sinnvoll, da solche Erklärungen keinen Erkenntnisgewinn besitzen: Die Aussage, dass man an für den Ackerbau günstigen Standorten siedelt, weil man Ackerbau betreibt, ist trivial und ein Zirkelschluss. Die natürlichen Faktoren der Standortwahl sind nur ein Teilaspekt der Siedlungsverteilung und sein Aufzeigen ist die Beschreibung eines erkannten Sachverhaltes und keine Erklärung. Eine ökodeterministische Erklärung von Standortfaktoren arbeitet somit an den eigentlichen archäologisch relevanten Fragestellungen vorbei. Sie beraubt den Menschen seiner sozialen Kompetenz und stellt ihn auf eine Stufe mit einem Tier oder einer Pflanze.

Der Mensch ist jedoch ein denkendes, soziales Wesen und handelt zielgerichtet innerhalb gesellschaftlicher Strukturen: Der Mensch hat also letztendlich immer die Wahl, wie er auf eine Situation reagiert und handelt. Dieses Konzept der Handlungsfähigkeit ist innerhalb der Archäologie bereits seit Längerem Grundlage zahlreicher Interpretationen und ist im Englischen unter dem Begriff *Agency* bekannt (u. a. Dobres, Robb 2000a; Dornan 2002; Robb 2005; Zaro et al. 2008; Gardner 2007).

„Agency" lässt sich nur schwer ins Deutsche übersetzen, da der Begriff auf unterschiedlichste Art und Weise konzeptualisiert wird. Seine Anwendung innerhalb der Archäologie ist höchst unterschiedlich und bisweilen widersprüchlich (Dornan 2002, 309). Eine erst vor wenigen Jahren aufgelistete Zusammenschau unterschiedlicher Positionen zeigt die Bandbreite an Interpretationen, welche vom frei denkenden und unabhängigen Individuum, Kreativität, strategischen Denken bis zu der Aufrechterhaltung von oder dem Widerstand gegen Machtverhältnisse reichen (Dobres, Robb 2000b, 9, Table 1.1).

Marcia-Anne Dobres und John Robb bezeichnen Agency als „…socially significant quality of action…" (Dobres, Robb 2000b, 8). „Agency" ist daher nicht mit „Handlung" gleichzusetzen (vgl. auch Barrett 2000, 63), sondern besagt, dass Handelnde Präferenzen, Möglichkeiten und Beschränkungen haben, die in Wechselwirkung mit der sozialen Umwelt stehen. Im Folgenden wird daher „Agency" als „Handlungsfähigkeit" verstanden (vgl. Winiwarter, Knoll 2007, 131) und in dem Sinn verwendet, dass Menschen auf Basis von Entscheidungen intentional und zielgerichtet handeln, wobei soziale und natürliche Umwelt einen mehr oder weniger starken Einfluss ausüben.

7.2.2.1 Individuum, Gesellschaft und Natur

Das Handeln des Individuums wird besonders in der neueren archäologischen Literatur betont. Jedes Individuum ist jedoch auch Teil einer Gesellschaft und es stellt sich die Frage, ob und inwieweit jemand „autonom, ausreichend informiert und mit freiem Willen" handelt (Knox, Marston 2008, 251). Es tut sich hier also ein Spannungsfeld zwischen Individuum und Gesellschaft auf. In der Soziologie gibt es zahlreiche Ansätze zur Überwindung dieses als Mikro-Makro-Dualismus bekannten Problems.

Die wohl bekanntesten und in der Archäologie am häufigsten zitierten Theorien stammen von den Soziologen Pierre Bourdieu (Bourdieu 1977) und Anthony Giddens (Giddens 1984). Bourdieu entwickelt das Konzept des Habitus, den man am besten als gesellschaftlich geprägten „persönlichen Verhaltensstil" (Treibel 2006, 226) bezeichnen kann. Dieser Habitus wird während der Kindheit erlernt und bewirkt ein unbewusstes, regelgemäßes und entsprechend der gesellschaftlichen Erwartungen verlaufendes Handeln und Verhalten.

Diesem als statisch kritisierten (Bridge 2009, 62) Konzept entgegnet Anthony Giddens mit seiner „Theorie der Strukturation", indem er das Individuum auf der Mikroebene in Wechselwirkung zur Struktur der Makroebene sieht. Strukturen bestehen aus Regeln („Techniken oder verallgemeinerbare Verfahren") und Ressourcen (Medien zur Ausübung von Macht) und ermöglichen bzw. beschränken das Handeln (Giddens 1992, 68 ff.). Strukturen werden aber zugleich durch Handlungen erzeugt, reproduziert und (meist ungewollt) verändert (Sewell 1992, 4). Strukturen sind somit nicht statisch, da im Unterschied zu Bourdieus Habitus die Individuen nach Giddens den sozialen Normen nicht unbewusst entsprechen, sondern diese reflektierend bewerten (Dornan 2002, 307) – Giddens bezeichnet dies als „Dualität von Struktur" (Giddens 1992, 77 ff.).

William H. Sewell Jr. präzisiert die Definition von Strukturen, und unterteilt die Ressourcen in humane und nichthumane, wobei er unter der zweiten Kategorie die gesamte physische Struktur aber auch Artefakte subsumiert (Sewell 1992, 9). Dadurch werde der Natur – so der Umwelthistoriker Ted Steinberg (Steinberg 2002a, Absatz 9) – nicht die Rolle zugewiesen, die sie im historischen Prozess tatsächlich hat. Er fordert eine stärkere Beachtung des Einflusses der Natur innerhalb des Konzeptes von Agency: „nature as an active, shaping force in the past", ohne jedoch behaupten zu wollen, dass auch die Natur Agency besitze (Steinberg 2002b, 1 – vgl. die Diskussion bei Hodder, Hudson 2008, 101 f.). Diese Forderung erscheint bedeutend, da die physische Struktur, wie bereits oben erwähnt, einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf menschliches Handeln

hat: Einerseits zählt sie zu den Rahmenbedingungen für menschliches Handeln, andererseits steht sie in ständiger Wechselwirkung mit menschlichem Handeln.

Wichtig dabei ist – und diese Forderung stellt Steinberg (Steinberg 2002a, Absatz 57) auch selbst – dass die Thematisierung von Natur nicht wieder zu einem Determinismus führt. Denn letztendlich sind es die sozialen Umstände und nicht die Umweltfaktoren, welche ausschlaggebend für menschliches räumliches Verhalten sind (vgl. Brumfiel 2000, 251). Der Mensch ist nicht von der Umwelt abhängig, sondern konstruiert diese durch sein Handeln. Er verändert die Umwelt bewusst oder unbewusst – aber letztlich aktiv, indem er Wälder rodet, Äcker pflügt, Tiere züchtet, Pflanzen kreuzt, Rohstoffe abbaut, Hügel aufschüttet, Bäche umleitet, Brände legt etc. Er hinterlässt dabei gewollt und ungewollt ein ökologisches Erbe mit einer an sein eigenes Verhalten „angepassten" Umwelt (Day et al. 2003).

Dies gilt auch für Umwelteinflüsse, die vom Menschen offensichtlich nicht kontrollierbar sind, wie zum Beispiel Klimawandel, extreme Hochwasser oder Erosionsereignisse: Auch sie sind keine Determinanten für menschliches Verhalten. Nicht der Klimawandel bewirkt gesellschaftliche Veränderungen, sondern die Menschen selbst, die in dieser Zeit leben. Dies bedeutet, dass zwischen dem Verlassen einer Siedlung und einem zeitgleich vonstattengehenden Klimawandel kein direkter kausaler Zusammenhang bestehen muss: Immerhin gibt es eine große Bandbreite möglicher anderer Reaktionen, wie zum Beispiel Ausharren, verstärkte religiös/kultische Aktivität, Veränderung des gesellschaftlichen Gefüges, Entwicklung neuer Technologien oder Einführung neuer, den veränderten klimatischen Verhältnissen angepasster Produkte (vgl. Hodder, Hutson 2008, 16). Welche Aktion aus der Palette der Möglichkeiten tatsächlich ausgeführt wird, ist das Ergebnis einer Vielzahl von wirtschaftlichen, gesellschaftlichen, politischen und historischen Faktoren, die bei der Entscheidung bewusst oder unbewusst mitberücksichtigt werden. Das ein Verlassen der Siedlung auslösende Moment muss daher nicht der Klimawandel selbst gewesen sein.

Für eine archäologische Erklärung muss daher der historische und gesellschaftliche Kontext mitberücksichtigt werden. Ansonsten bleiben die Erklärungsmodelle reine Spekulation:

„…where detailed historical or anthropological data are absent, claims of causal linkages between environmental stress and sociocultural and technological innovation will be highly speculative" (Coombes, Barber 2005, 309).

Die menschliche Handlungsfähigkeit steht somit als Bindeglied zwischen physischer und kultureller Struktur (vgl. Dornan 2002, 304). Der Ökodeterminismus lässt sich dabei überwinden, ohne die Bedeutung der physischen Struktur zu ignorieren.

7.3 Bestimmende Faktoren kultureller Struktur

7.3.1 Physische Struktur

Bei der Herausarbeitung der Mechanismen, welche wesentlich an der Ausformung kultureller Struktur beteiligt sind, kann man nun der physischen Struktur ihre angemessene Rolle zuweisen: Sie ist nicht der allein bestimmende Faktor für das raumwirksame Verhalten des Menschen, spielt aber eine nicht wegzudiskutierende Rolle für den Menschen. Welchen Einfluss die einzelnen physischen Sphären auf die kulturelle Struktur haben, und inwieweit dies in der archäologischen Literatur reflektiert wird, soll im Folgenden besprochen werden.

7.3.1.1 Atmosphäre bzw. Klima als raumwirksamer Faktor

Klima gilt als der wichtigste Standortfaktor für Menschen, die von Landwirtschaft leben. Dennoch bleibt der Faktor Klima in vielen Publikationen zu Siedlungs- und Landschaftsarchäologie unerwähnt. Bisweilen wird er selbst in Büchern zur Umweltarchäologie vernachlässigt.

Um die Bedeutung des Klimas als raumwirksamer Faktor zu ermessen, steht zunächst die Frage im Vordergrund, ob prähistorische Menschen ein Konzept von Klima hatten und sich der Tatsache bewusst waren, dass der langfristige Wetterverlauf an entfernten Orten unterschiedlich sein kann (Evans 2003, 99). Hier begegnen wir wieder dem Maßstabsproblem, nämlich dass sich Klimawandel normalerweise innerhalb langer Zeiträume abspielt, die das Leben eines einzelnen Menschen um ein Vielfaches überdauern. Dies macht es für prähistorische Menschen schwierig, Klima zu erfahren zumal sie in Zeiten lebten, in denen es keine Messungen oder schriftlichen Aufzeichnungen über Wetter und Witterung gab und in denen sich das soziale Leben zum Großteil innerhalb verhältnismäßig kleiner Räume abspielte. Es gibt jedoch in letzter Zeit – ausgelöst durch die Debatte um den gegenwärtigen Klimawandel und die in diesem Zusammenhang stark gestiegene Menge an Paläoklimadaten – eine wachsende Zahl an ForscherInnen, welche Szenarien kurzfristigen Klimawandels entwerfen und diesen in Zusammenhang mit bekannten Ereignissen der Menschheitsgeschichte bringen (Rowland 2008, 390).

G. Rapp und C.L. Hill führen an, dass ein langsamer, stetig voranschreitender Klimawandel von den Menschen nicht bzw. erst im Nachhinein erfahrbar sei (Rapp, Hill 2006, 191). Direkte Reaktionen, welche sich im archäologischen Material abzeichnen, wie etwa die Aufgabe einer Siedlung oder die Erhöhung einer Wurt beziehen sich

demnach auf Ereignisse, welche im Zuge des Klimawandels vonstatten gingen, zeugen aber nicht zwingend davon, dass man den Klimawandel als solches erkannt hätte. Langfristig gesehen gibt es natürlich große Veränderungen, die je nach historischem und gesellschaftlichem Kontext unterschiedlich ausfallen, etwa durch Be- oder Entsiedlung höherer und marginaler Lagen oder durch Änderungen am Spektrum der angebauten Früchte. In diesem Zusammenhang wäre eine Untersuchung des Siedlungsverhaltens besonders in den klimatischen Randzonen im Lichte von langfristigem Klimawandel interessant.

Zumindest kann man davon ausgehen, dass das Informationsfeld vieler Gruppen veränderte Wetterbedingungen und fremde Flora und Fauna in entfernten Gebieten beinhaltete – sei es durch Erzählungen einzelner als Händler, Prospektoren oder aus anderen Gründen weit gereisten Personen oder durch Kontakt zu anderen Kulturgruppen. Kurzfristige klimatische Ereignisse, wie die Jahreszeiten sind dem einzelnen Menschen über Erfahrung direkt zugänglich. Auch lassen sich in Gebieten, in denen sich mehrere Lokalklimata aneinanderreihen, die darin ansässigen jeweils unterschiedlichen Tiere und Pflanzen und deren zeitlich veränderter Jahresrhythmus relativ einfach erkennen (Evans 2003, 99), etwa die mit dem Frühlingsbeginn um einige Wochen früher einsetzende Schneeschmelze in der nur wenige Kilometer entfernten Tallandschaft. In solchen Fällen kann man davon ausgehen, dass der Faktor Klima durchaus eine Bewusste (wenn auch nicht die einzige) Rolle bei der Standortwahl gespielt haben kann. Auch scheinen sich vielerorts Erinnerungen an frühere veränderte Klimaverhältnisse durch Mythen tradiert zu haben (etwa die Sintflut). Zahlreiche Beispiele belegen, dass klimatische Extremereignisse vor allem religiös (Bestrafung für menschliches Fehlverhalten) gedeutet wurden (z. B. Behringer 2008, 165 ff.). Instabile Wetterverhältnisse wurden daher allem Anschein nach nicht auf einen Landstrich bezogen und dürften daher auch bei der Standortwahl keine Rolle gespielt haben.

Im Gegensatz zu den langsamen, stetigen Veränderungen sind Menschen bei kurzfristig ablaufenden, plötzlichen Klimaextremen zu einer direkten Reaktion gezwungen (Rapp, Hill 2006, 191). Wichtig dabei erscheint, dass der Mensch als aktiv handelnde Person reagiert und eine entsprechende Bandbreite an möglichen Handlungsweisen zur Verfügung hat (siehe oben). Dies gilt auch für extreme Wetterereignisse wie Hagel, europäische Winterstürme, Dürresommer oder Starkregen mit einhergehenden Hochwässern und Überschwemmungen (Endlicher 2007a, 234 ff.).

Die Bedeutung des Klimas als Standortfaktor ist auch eine Frage des verwendeten Maßstabs. Nimmt man großräumige (etwa auf ein Land bezogene) Klimakarten, so sind hierzulande unterhalb einer bestimmten Höhengrenze, welche sich je nach Klima durch die Zeiten gestiegen oder gesunken ist, praktisch alle Landstriche klimatisch betrachtet für die Landwirtschaft geeignet (vgl. Nüsser et al. 2005, 366). Die Verwendung heutiger oder rekonstruierter Durchschnittswerte von Temperatur, Niederschlag oder pflanzenphänomenologischen Aspekten im Rahmen einer Standortanalyse wird in diesen Maßstäben somit nur Bekanntes reproduzieren: Von Landwirtschaft abhängige Gesellschaften siedeln prinzipiell an klimatisch angemessenen Stellen. Erst in der Betrachtung größerer Maßstäbe haben lokale Klimata eine wichtige Bedeutung. Diese können jedoch nicht auf die Vergangenheit übertragen werden. Es lassen sich aber Aussagen zum Potenzial eines Gebietes anhand von Hangneigung, Exposition und Sonneneinstrahlung machen (vgl. Kapitel 8.2.4.). Diese haben jedoch durch die Nichteinbeziehung von Vegetation nur prinzipiellen Charakter und sagen nichts über tatsächliche Verhältnisse aus. Somit ist das Klima zwar ein wichtiger Faktor für die Landwirtschaft, seine archäologische Aussagekraft als Standortfaktor ist jedoch – mit Ausnahme der klimatischen Randzonen – auf eine Generalisierung oder die Angabe eines allgemeinen Potenzials beschränkt.

7.3.1.2 Lithosphäre als raumwirksamer Faktor

Wie bereits in den letzten Kapiteln beschrieben, gilt das Relief im Vergleich zu den anderen Sphären als relativ stabil. Zudem haben Böden, Relief und Rohstoffe ohne Frage große Bedeutung für den Menschen und waren mit Sicherheit wesentliche Faktoren bei der Besiedlung einer Region. Aus diesen Gründen werden Boden und Relief als „Standardfaktoren" praktisch bei jeder Standortanalyse mit einbezogen und sind mit unterschiedlichen anderen Faktoren Grundlage bei Prognosekarten. In vielen Kulturen hatten Böden aber auch eine bedeutende kulturelle und soziale Bedeutung:

„… soil is not only where plants grow, it is often where the ancestors came from, where people are buried, and what figurines are made from" (Salisbury 2010, 105).

Im Folgenden soll vor allem von Böden und Relief als Standortfaktoren die Rede sein. Um ihre Rolle im Rahmen von Erklärungsmodellen besser beurteilen zu können, bedarf es zunächst der Diskussion der zentralen Frage: Welche Bedeutung kommt den Böden und dem Relief bei der Standortwahl zu.

Die Bedeutung von Boden bei der Standortwahl

Die Beziehung zwischen dem (prä-)historischen Menschen und dem von ihm bearbeiteten Boden ist ein noch wenig verstandener Bereich sowohl der Umweltgeschichte, aber auch der Archäologie (McNeill, Winiwarter 2004,

1629). Die hauptsächliche Funktion von Böden liegt im Pflanzenbau und somit der Nahrungsproduktion. Nicht zuletzt deshalb wird dem Boden bzw. der Erde in vielen Kulturen große, häufig spirituelle Bedeutung beigemessen (vgl. Winiwarter, Blum 2006).

Im Gegensatz zu den heutigen globalisierten Verhältnissen war man in früheren Zeiten zumeist auf eine regional begrenzte Produktion und somit auf gute Standorte angewiesen (Geisler 1988, 11). Die Qualität eines Standortes lässt sich jedoch nicht universell gültig beschreiben. Die Frage der Bodenwahl muss daher immer in Bezug zur konkreten regionalen und historischen Situation beurteilt werden. Zwei Faktoren scheinen hierbei wesentliche Kriterien zu sein: Bodenfruchtbarkeit und Technologie.

Die Bodenfruchtbarkeit ist ein wesentliches Kriterium für den Pflanzenbau, es gibt jedoch bislang keine einheitliche Definition. Laut Stephan Dabbert schließt sie „...alle Eigenschaften des Bodens ein, die im Zusammenwirken mit den Faktoren Gesteinsgrundlage und Relief, sonstige Landschaftselemente, Klima und Wasserhaushalt bei Anwendung bestimmter Bewirtschaftungssysteme die Erzielung landwirtschaftlicher Ertragsleistungen ermöglichen" (Dabbert 1994, 27). Bodenfruchtbarkeit ist demnach eine Funktion natürlicher Faktoren und landwirtschaftlicher Techniken (vgl. auch Winiwarter 2006b, 3).

Ein ideal fruchtbarer Boden ist tiefgründig, lehmig, hat ein gutes Krümelgefüge, hohe Nährstoffreserven, hohen Humusgehalt, hohe biologische Aktivität, ist neutral bis schwach sauer, enthält keine Schadstoffe und weist eine ebene Lage auf (Dabbert 1994, 30). Unterschiedliche Pflanzenarten haben jedoch diesbezüglich abweichende Ansprüche an einen „idealen" Boden.

Ein das räumliche Verhalten des Menschen bestimmendes Merkmal der Bodenfruchtbarkeit ist ihre Instabilität. Sie wird vor allem durch den Pflanzenbau verringert (Shiel 2006a, 7 f.). Eine an manchen Bodenarten rasch auftretende Degradation der Fruchtbarkeit wurde häufig als auslösender Faktor für eine erhöhte Mobilität etwa im Neolithikum gesehen. In diesen Darstellungen wird dem Menschen die Fähigkeit abgesprochen, sich Wissen zur Bodenverbesserung anzueignen. Dass dem offensichtlich nicht so war, belegen neuere Forschungen. Sie deuten darauf hin, dass die verwendete Technologie mit ihrer nur oberflächlich wirkenden Bodenbearbeitung sowie eventuelle aktiv durchgeführte Maßnahmen zur Bodenverbesserung eine längerfristige Nutzung ermöglichte (Berger 2003, 72 f.).

Der Mensch steht also einer Verringerung der Bodenfruchtbarkeit nicht hilflos gegenüber. Er konnte sicherlich bereits im Laufe des Neolithikums auf eine über Generationen entwickelte Erfahrung zurückgreifen. Wahrnehmung, Beobachtung und Interpretation resultierten in ein Bodenwissen, das durch Regeln, Riten, Programme, Zeremonien und ähnlichem Teil der Kultur werden konnte (Sandor et al. 2006, 45).

So ist zum Beispiel die Tatsache, dass Getreide in der Nähe von Brandplätzen und in mit Asche oder Dung versetzten Bereichen besser wächst, verhältnismäßig leicht erkennbar und eventuell schon früh erkannt worden (Shiel 2006b, 226). Zumindest gibt es Nachweise von Düngung bereits in prähistorischer Zeit (Winiwarter 1996-2010, 4). In diesem Zusammenhang sei auch auf die Diskussion um die *Terra preta* und *Terra mulatta* verwiesen: Neuere Forschungen zeigen, dass im Amazonas-Becken großflächig Böden offensichtlich durch bewusste Einarbeitung von Holzkohle fruchtbar gemacht wurden (Mann 2000, 788; Sandor et al. 2006, 57).

Andere Methoden der Bodenverbesserung sind ebenfalls seit geraumer Zeit bekannt, wie etwa Gründüngung, Terrassierung oder Fruchtwechselwirtschaft (Winiwarter 2008, 231 ff.; McNeill, Winiwarter 2004, 1628). Frühe schriftliche Darstellungen des Bodenwissens gibt es bereits in der Eisenzeit Griechenlands. Verena Winiwarter (2006a, 190–202) gibt einen Überblick der wichtigsten Arbeiten in Bezug auf Ackerbau – von Hesiod (ca. 700 BC) zu John Claudius Loudon (frühes 19. Jh.). Auch die effizientere Anwendung bekannter Gerätschaften, eine veränderte Praxis des Anbaus oder strukturelle Maßnahmen können selbst auf ungünstigen Standorten ertragssteigernd wirken, sind jedoch archäologisch kaum nachweisbar (vgl. Unger 2003, 68).

Der zweite wesentliche Faktor für die Bewertung eines Standortes ist der Stand und das Know-how der jeweiligen Agrartechnik (Becker 1998, 172). Dazu gehören das bereits erwähnte Bodenwissen ebenso wie das Repertoire an kultivierten Pflanzenarten, die dabei verwendeten Techniken, die räumliche Organisation und nicht zuletzt der technologische Stand der benutzten Gerätschaften und Transportmittel. Die Agrartechnik gibt dabei – unabhängig von der Bodenfruchtbarkeit – vor, welche Standorte überhaupt landwirtschaftlich genutzt werden können.

So dürfte die offensichtliche Übereinstimmung der Verbreitung früher neolithischer Kulturen (vor allem der Linearbandkeramik) mit den mitteleuropäischen Lössgebieten auf die gute Bearbeitbarkeit der dort anstehenden Böden zurückzuführen sein (vgl. Bogaard 2004, 14; Schier 1990, 124; Küster 1996, 73 f.; Becker 1998, 173 f.; Berger 2003, 71). Die oft geäußerte Meinung, dass die ersten Ackerbauern vor allem an hochwertigen Böden und dem damit implizierten Maximalertrag interessiert sein mussten (z. B. Ostritz 1991, 337; Sabel 1983, 161; Sielmann 1971b; Linke 1976, 67 f.), er-

scheint wenig stichhaltig, da sie unsere heutigen Wertvorstellungen unreflektiert auf das Neolithikum überträgt.

Durch Vergleich von Siedlungsverteilung und Bodenart konnte bereits Cyril Fox eine verhältnismäßig späte Nutzung der schweren Böden Zentralenglands im Laufe der Metallzeiten feststellen und dies als Folge von besseren Werkzeugen der Bodenbearbeitung interpretieren (Fox 1923). Ebenso benötigte man technisches Know-how, um die Bereiche an den Seeufern besiedeln und nutzen zu können sowie zur Trockenlegen von Sümpfen oder zur Drainagierung feuchter Böden.

Jonathan A. Sandor zeigt zwei völlig unterschiedliche Beispiele aus Nord- und Südamerika (Sandor 1992). Untersuchungen in den Mimbres, einer semiariden Bergregion in New Mexico, machten deutlich, dass die während einer Zeitspanne von maximal 150 Jahren hervorgerufene Verarmung der Böden sich auch nach 900 Jahren nicht erholen konnte. Dass eine landwirtschaftliche Nutzung nicht zwingend zur ökologischen Katastrophe führen muss, zeigt sein anderes Beispiel: Im peruanischen Colca-Tal konnten aufgrund gut durchdachter ackerbaulicher Maßnahmen – Terrassierung, Fruchtwechsel, Düngung und ein bewusstes Management der organischen Bodensubstanz – die Böden seit nunmehr 1.500 Jahren genutzt werden.

Im Mittelalter erzeugte man durch eine spezielle Pflugtechnik bewusst oder unbewusst Wölbäcker, bei denen aufgrund des ungleichmäßigen Oberflächenreliefs mit abwechselnden Rücken und Vertiefungen zu einer sehr unterschiedlichen Verteilung von Feuchtigkeit kam (die Rücken trocken, die Gräben feucht). Dadurch wurde man von den wechselnden Niederschlagsverhältnissen (trockenes, feuchtes Jahr) unabhängiger, da je nach Witterung die Pflanzen jeweils anderer Bereiche des Feldes gut gediehen (Geisler 1988, 19).

Zumindest der Ackerbau ist ohne technische Hilfsmittel oder reliefverändernde Maßnahmen nur bis zu einer gewissen Hangneigung möglich. Für die heutige, mit Maschinen betriebene Bestellung der Felder geben Marcus Nüsser et al. eine Steigung von maximal 12–18 % an. Durch Terrassierung lassen sich auch steilere Hänge bewirtschaften, welche ohne reliefverändernde Maßnahmen vor allem als Weide oder Wald genutzt werden (Nüsser et al. 2005, 371). Die Anfänge terrassenförmiger Hanggestaltung liegen mindestens 4.000 Jahre zurück (McNeill, Winiwarter 2004, 1628), bekannt sind vor allem die Terrassen der Inka und in den Philippinen. Letztere zählen zum UNESCO-Weltkulturerbe (http://whc.unesco.org/en/list/722 <September 2012>).

Die Agrartechnik ist somit der ausschlaggebende Faktor für die Möglichkeit, bestimmte Standorte zu nutzen. Sie ist auch die Grundlage zur Verbesserung von Standortfaktoren und ist somit ein wesentlicher Faktor für die räumliche Organisation von Gesellschaften. Damit determiniert nicht der Boden das menschliche Siedlungsverhalten, sondern das Know-how des Menschen selbst und seine Fähigkeit, bestimmte Standorte zu bearbeiten.

Die Bedeutung von Relief bei der Standortwahl

Das Relief wird in so gut wie allen Arbeiten zur Landschafts- oder Siedlungsarchäologie analysiert. Während Höhe, Hangneigung und Exposition zur „Pflicht" bei solchen Auswertungen zählen, sind andere Aspekte, wie Reliefenergie, Sichtbarkeit oder topografische Prominenz die „Kür" und werden entsprechend selten angewandt. Dies liegt einerseits daran, dass viele archäologisch interessante Ableitungen der Geländeoberfläche (z. B. Sichtbarkeitskarten) nicht zum Standardrepertoire der Geomorphologie gehören und solche Karten daher erst seit Verfügbarkeit von GIS-Systemen von den Archäologen selbst mit vertretbarem Aufwand erzeugt werden können. Vielleicht liegt es zum Teil auch daran, dass über die Bedeutung des Faktors Relief bei der Standortwahl wenig reflektiert wird; zumindest in deutschsprachigen Publikationen findet man nur wenig zu diesem Thema (z. B. Saile 2001). Wenn, dann geht es in erster Linie über die Übertragbarkeit des heutigen Reliefs auf vergangene Zeiten. Dieser Umstand steht in Gegensatz zur immer wieder betonten „Bedeutung" des Faktors Relief bei der Standortanalyse.

Wie bereits weiter oben diskutiert (vgl. Kapitel 6.2.6), hat das Relief einerseits limitierende Bedeutung (Hangneigung und Ackerbau, Behinderung der Kommunikation und des Verkehrs, natürliche Grenzen, Höhenstufe und Klima etc.). Andererseits bietet es auch Möglichkeiten für Siedlungsstandorte (Sehen und Gesehen-Werden, Schutz, Geborgenheit, Einfluss auf Lokalklima etc.).

Die Untersuchung der Fundstellen auf ihre Höhenlage ist wohl die einfachste Möglichkeit, da diese direkt von den topografischen Karten abgelesen werden kann. Sie wird absolut (Höhe über Meeresspiegel) oder relativ (z. B. Höhe in Bezug auf das nächste Fließgewässer Schier 1990, 108 ff.) benutzt. Axel Posluschny kritisiert die Verwendung einer absoluten Kennzahl für die Höhenlage einer Siedlung, da ihre räumliche Ausdehnung sich – sofern sie nicht in einer exakten Ebene liegt – auch in der Vertikalebene erstreckt (Posluschny 2001, 98). Er verwendet daher Höhenstufen von je 25 m. Die Ergebnisse werden meist klimatisch (ab einer gewissen Höhe sind die Klimabedingungen für den Ackerbau ungünstig), praktisch (Nähe zum Gewässer) oder aufgrund der Verbreitung eines anderen Faktors (z. B. Löss liegt in Deutschland nur bis in Höhen von 250 m – Sabel 1983, 160) interpretiert.

Die Bedeutung der Hangneigung (Abb. 26) bei der Standortwahl wird zumeist als limitierend eingeschätzt. Ohne entsprechendes technisches Know-how sind steilere Hänge nicht sinnvoll landwirtschaftlich zu nutzen (vgl. S. 84). Praktisch alle siedlungsarchäologischen Arbeiten geben als bevorzugte Lagen Gebiete mit einem mittleren Gefälle von bis zu 7 % an, wobei vereinzelt auch größere Neigungen vorkommen (Schier 1990, 107; Heege 1989, 183; Linke 1976, 59; Pietrzak 2004, 77; Posluschny 2001, 99). Während die Hangneigung „universell" anwendbar erscheint, variieren die bevorzugten Expositionen regional, periodenspezifisch und selbst innerhalb kleinerer Untersuchungsräume. Süd, West, Ost und Nord sowie alle möglichen Abweichungen kommen vor (Abb. 27). Elke Heege bemerkt „keine Bevorzugung" einer speziellen Exposition (Heege 1989, 181), Wolfgang Linke konstatiert, dass die Siedlungen der Linearbandkeramik mehr Richtung Nord als Süd ausgerichtet sind, während das Mittelneolithikum vermehrt auf Südlagen zu finden ist und Großgartach eine Neigung zu nach Ost ausgerichteten Hängen hat (Linke 1976, 51 f.). Wolfram Schier findet „bemerkenswerte Abweichungen" innerhalb der einzelnen Perioden (Schier 1990, 103), die jedoch statistisch nicht signifikant seien (Schier 1990, 106).

Als Begründung für eine präferierte Exposition werden gerne Schutz vor Wind, die Tatsache, dass äolische Sedimente wie Löss vor allem auf den windgeschützten Hängen abgelagert wurden oder die erhöhte Sonneneinstrahlung auf Südhängen (Posluschny 2001, 101 f.) angegeben. Oft scheint es auch, als ob die Verteilung des Geländes in den Untersuchungsräumen die hauptsächliche Exposition vorgibt.

Was praktisch keine Erwähnung findet, ist eine eventuelle kulturelle Bedeutung der Exposition etwa zur auf- oder untergehenden Sonne, zu einem Zentralplatz oder einem Ort mit kultischer Bedeutung hin. Während die Lage und Ausrichtung der Toten im Rahmen von Gräberfeld-Analysen routinemäßig als religiös motiviert gedeutet wird, scheint dies bei einer Siedlung keiner Überlegung wert, da man auch hier anscheinend vom gewinnorientierten Menschen ausgeht, der die Sonnenenergie maximal nutzen will. In diesem Sinne wird auch gerne die Ausrichtung linearbandkeramischer Langhäuser im westlichen Mitteleuropa interpretiert: Diese sei so gewählt, dass die Schmalseiten gegen die Hauptwindrichtung zeigen, um ihm somit möglichst wenig Angriffsfläche zu bieten (u. a. Sielmann 1971b, 76; Urban 2000, 68). Dieses Argument ist jedoch zirkulär, denn einerseits hat dieses Argument nur dann die Chance einer Gültigkeit, wenn sich die Hauptwindrichtungen seit der Linearbandkeramik nicht verändert haben – dazu gibt es jedoch nur Vermutungen (Sielmann 1971b, 76); andererseits ist die Orientierung der linearbandkeramischen Häuser jedoch ein wichtiges Argument, dass sich die Windrichtungen nicht verändert hätten. Dass die Orientierung der Gebäude vielleicht andere, nicht geografisch determinierte Gründe haben könnte, wird oft nicht einmal in Betracht gezogen. Als eines jener nicht deterministischen Argumente führt zum Beispiel Richard Bradley an, dass sich fast überall die Eingangsbereiche der Langhäuser in jene Richtung weisen, aus der die Besiedlung des Gebietes stattfand:

„With very few exceptions, their doorways appear to be aligned on the areas that has previously been occupied … Whether or not these buildings were the dwellings of an immigrant population, they seem to acknowledge an area of origin that had been settled in the past." (Bradley 2002, 28).

Ähnliches erwähnen Keith Wilkinson und Chris Stevens in Bezug auf die Ausrichtung des Eingangs prähistorischer Hütten in Großbritannien (Wilkinson, Stevens 2003, 217).

Wir sind also abermals mit der Problematik der Übertragung unserer Wertvorstellungen auf den Menschen vergangener Epochen konfrontiert. Freilich ist die Exposition für das kleinräumige Klima von Bedeutung, denn im dauerhaften Schatten lässt sich kein Getreide anbauen. Zudem schmilzt der Schnee auf den der Sonne abgewandten Nordhängen nur langsam ab. Dennoch sind hier zwei Umstände erwähnenswert, welche bei der Berechnung der Exposition gerne übersehen werden. In den meisten Fällen wird nur die Exposition der Siedlung selbst berechnet. Eine Ausrichtung der Siedlung nach Nordosten bedeutet aber noch lange nicht, dass das gesamte nutzbare Umfeld von in der Regel angenommenen 750 Metern Radius dieselbe Exposition aufweist. Man müsste hier in jedem Fall zwischen der Exposition des Siedlungsstandortes und der seines Umfeldes unterscheiden. Das Gleiche gilt übrigens auch für die Hangneigung.

Zweitens müssen für die Begründung der Exposition auch die Neigung des Geländes und die Reliefenergie, zumindest der näheren Umgebung mit einbezogen werden. So kann die Sonneneinstrahlung auf einem flachen, weit gestreckten Nordhang ebenso ausreichend sein, wie auf einem Ost- oder Westhang. Hier wäre es sinnvoller, die potenzielle Sonneneinstrahlung eines Standortes und seines Umfeldes zu berechnen (siehe z. B. grass.itc.it/grass63/manuals/html63_user/r.sun.html <September 2012>).

In einigen Arbeiten wird auch die Reliefenergie in die Analyse miteinbezogen (z. B. Saile 2001, 1998, 60 f.; Sabel 1982; Posluschny 2001, 19 f.). T. Saile nutzt sie als quellenkritisches Hilfsmittel (Saile 2001): Bei höherer Reliefenergie müsse durch eine erhöhte Erosionsgefährdung auch die „Freilegungswahrscheinlichkeit" von Fundstellen größer sein. Dies konnte er für die Wetterau bestätigen, in einem weiteren Fallbeispiel in Niedersachsen konnten hier jedoch

keine Abhängigkeiten erkannt werden (Saile 2001, 110). A. Posluschny errechnet für sein Arbeitsgebiet eine signifikant höhere Anzahl von Fundstellen in Bereichen mit geringer Reliefenergie (0 – 10 m) und erklärt dies mit der Möglichkeit, dass in den anderen Bereichen eventuell mehr Fundstellen durch erosive Prozesse „verschüttet" wurden (Posluschny 2001, 21). Bei der Umfeldanalyse könnte die auf kleinere Flächen bezogene Reliefenergie auch ähnlich der Hangneigung Aussagen über die ackerbauliche Bearbeitbarkeit des Bodens ermöglichen.

W. Schier (Schier 1990, 87 ff.) und T. Saile (Saile 1998, 92) versuchten auch, Reliefklassen in die Analyse einzubeziehen. Das Relief wird dabei vertikal und/oder horizontal klassifiziert und der Fundstellenbezug auf die Klassen hin berechnet. Schier differenziert hierbei zwischen der „Mikroebene", (vertikal: Kuppe – Kuppe bis Oberhang, Oberhang, Ober- bis Mittelhang, Mittelhang, Mittel- bis Unterhang, Unterhang, Hangfuß, ebene Fläche/Terrasse, Niederung und Aue; Geländeform: Kuppe, Rücken, Riedel, Riedelsporn, Sporn, Sattelfläche, Delle, Mulde, Hangfurche) und der „Makroebene" (Haupt- und Nebentalbezug: Entfernung vom Haupttal, Abschnitt (Oberlauf, Mittellauf) und Art (Tal, Tälchen) des Nebentales). Er konstatiert eine kontinuierliche Zunahme der Fundstellen von der Kuppe zum Unterhang. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch Thomas Saile. Schier begründet dieses Ergebnis mit der Bedeutung des Wassers (konkret der Nähe zum Wasser) für die prähistorischen Siedler (Schier 1990, 95).

Abgesehen von der Auswahl der entsprechenden Präzision und Genauigkeit, die bereits bei der Aufnahme des Geländereliefs zu beachten ist (vgl. Kapitel 8.2.1.1), ergibt sich ein Maßstabsproblem bei der Interpretation und Beurteilung des Reliefs als Standortfaktor und die Auswirkung seines Wandels auf den Menschen: In der Landschaftsarchäologie interessieren in diesem Zusammenhang vor allem Fragestellungen in Bezug auf auslösende Faktoren für Erosion und Akkumulation, die Geschwindigkeit und Dauer des Wandels, die gesellschaftliche Reaktion darauf und seine Auswirkungen auf die Auffindbarkeit archäologischer Fundstellen und somit auf die Repräsentativität der archäologischen Grundlagendaten.

Diesen Fragen lässt sich am ehesten durch Einbeziehung von meso- und mikromaßstäblichen Untersuchungen nachgehen. In diesen Maßstäben sind die beteiligten Prozesse und Steuerungsfaktoren zahlreich. Während für den Mikro-Bereich die für das Relief verantwortlichen Variablen aber direkt beobachtbar seien, wäre dies laut D. Dincauze für den Meso-Maßstab nicht gegeben (Dincauze 2000, 199 f.). Deshalb sei eine über die Beschreibung hinausgehende Interpretation besonders schwierig, wenn auch nicht unmöglich.

Ein wichtiger Punkt, der ebenfalls selten Beachtung findet, ist die Bedeutung natürlicher Merkmale – und hier vor allem des Reliefs – für den Menschen (vgl. Bradley 2000). Natürliche Merkmale werden vom Menschen häufig in ihre kulturellen Vorstellungen mit einbezogen, erhalten somit Bedeutung und tragen damit zur sozialen Strukturierung des Raumes bei. Selbst der den Menschen „unbekannte Raum kann durch das Benennen als ‚fremd' oder ‚undomestiziert' Wert und Bedeutung erhalten" (Gramsch 2003, 49). Paul Taçon hat darauf hingewiesen, dass bestimmte Landschaftsmerkmale erhabene Gefühle beim Menschen auslösen können (Taçon 1999, 37). Er arbeitete vier Typen von Plätzen heraus, an denen sich solche Gefühle für gewöhnlich einstellen:

- Große, markante Strukturen (Berge, Schluchten …).
- Plätze, an denen sich Geologie, Hydrologie, Vegetation oder Topografie plötzlich ändert (Wasserfall, Seeufer …).
- Ungewöhnliche Landschaftsmerkmale (Höhle, Loch, Erosionsformationen …).
- Plätze, die eine Aussicht gewährleisten.

An solchen Orten finden sich häufig auch Fundstellen, die wir als kultisch interpretieren. Gerade diese Orte können jedoch ohne schriftliche Aufzeichnungen oder spezielle Markierungen (etwa Felsbilder) von Archäologen heute praktisch nicht mehr als für den prähistorischen Menschen bedeutungsvoll ausgewiesen werden. Es zeigt sich also auch beim Relief, dass aufgrund einer rein typologischen Faktorenanalyse keine zwingenden Kausalzusammenhänge für eine Siedlungsverteilung argumentiert werden können. Vielmehr sind auch hier gesellschaftlicher Kontext und das technologische Know-how ausschlaggebend.

7.3.1.3 Hydrosphäre als raumwirksamer Faktor

Der Mensch hat sich auf der Erde in praktisch jeder Klimazone ausgebreitet. Er kann mit oder ohne Ackerbau und Viehzucht leben, sich hauptsächlich von tierischer oder pflanzlicher Nahrung ernähren. Er kann jedoch nicht ohne Wasser auskommen. Dies zeigt wohl am deutlichsten, dass von allen physischen Landschaftsstrukturen die Hydrosphäre für den Menschen am wichtigsten ist. Dies gilt sicherlich auch, wenn es um Standortfaktoren für menschliche Aktivitäten geht.

Gleich vorweg muss betont werden, dass in fast allen regionalen Analysen ein Bezug zwischen Siedlungen und Gewässern hergestellt werden kann. Dieser Sachverhalt ist nicht wegzudiskutieren. Obwohl eine ökonomische Motivation naheliegt, soll in diesem Kapitel untersucht werden, inwieweit eine dahin gehende Interpretation gerechtfertigt

erscheint. Um das Potenzial der Nähe zu Gewässern (v. a. Fließgewässern) für archäologische Standortanalysen einschätzen zu können, müssen einige Überlegungen zu deren Nutzung und Bedeutung angestellt werden.

Von Wasser geprägte Landschaften werden generell als attraktiv empfunden (Howard, Macklin 1999, 527). Über die Bedeutung von Wasser und Gewässer für Landschaft und Mensch wurde bereits weiter oben eingehend diskutiert (vgl. Kapitel 6.3.3). Dabei zeigte sich, dass ein Standort in der Nähe eines Fließgewässers zahlreiche ökonomische Vorteile mit sich bringen kann. Trinkwasser, Nutzwasser, Transport und Verkehr, erhöhte Biodiversität mit den damit einhergehenden Ressourcen für Nahrung, Hausbau, Töpferei und Landwirtschaft (trockene und feuchte Böden im Umfeld) sind kurz zusammengefasst einige der häufig genannten positiven Merkmale solcher Lagen. Deshalb zählen Flusstäler und ihre angrenzenden Terrassen zu den archäologisch „ertragreichsten" Landschaften (Wilkinson, Stevens 2003, 66). Siedlungen in der Nähe von Furten und sonstigen Flussübergängen hatten neben ökonomischen Überlegungen sicherlich auch „politische" Bedeutung.

Bei der ökonomischen Begründung gewässernaher Siedlungslagen ist jedoch bedingt Vorsicht geboten. Wasser ist lebensnotwendig, aber wie bereits weiter oben anhand von Jürgen Weiners Überlegungen argumentiert wurde (Weiners 1998), ist aufgrund von Verschmutzung damit zu rechnen, dass der Bedarf an Trinkwasser nicht aus den Fließgewässern selbst, sondern aus Quellen und Brunnen gedeckt wurde. Auch hier zeigt sich Ähnliches wie bei den Böden: Technisches Wissen (Bau von Brunnen, Zisternen, Quellfassungen …) macht bis zu einem gewissen Grad unabhängig von natürlichen Gegebenheiten. Zumindest in dieser Hinsicht scheint daher eine relative vertikale Nähe zu Grundwasser wichtiger, als die nahe Lage am Gewässer. Vor allem in trockeneren klimatischen Verhältnissen musste man sich laut Anikó Horváth wegen der sinkenden Grundwasserspiegel zumindest an der ungarischen Donau in tiefere Siedlungslagen begeben (Horváth 2004, 58). Dies bedeutet, dass die Versorgung mit Wasser aus Bächen bei der Standortwahl nicht unbedingt im Vordergrund gestanden haben muss. Zudem ist in den Zeiten, in welchen Waldweide und Transhumanz die gängigen Erklärungsmodelle für die Tierhaltung darstellen die Notwendigkeit siedlungsnaher Tränken nicht in dem Ausmaß gegeben, wie in späteren Perioden, wo Tiere aufgestallt waren.

Auch über das erhöhte Potenzial an Ressourcen wurden zumindest für das Neolithikum Zweifel angemeldet. Hansjörg Küster betont die Bedeutung anthropogen verursachter Erosion für die Entwicklung der Talauen (Küster 1996, 69, 93 ff.). Demnach wären diese im frühen Neolithikum mangels erodierter Lehme noch nicht ausgeprägt, sondern als größere oder kleinere, verhältnismäßig ressourcenarme Schotterebenen vorhanden gewesen. Die Ausbreitung des frühen Ackerbaus dürfte seiner Meinung nach auch deshalb entlang der Flüsse erfolgt sein, weil sie ein verhältnismäßig rasches und bequemes Fortkommen ermöglichten (Küster 1996, 73). Ob dies allgemeine Gültigkeit hat, sei dahingestellt – die Ausprägungen des Flusstales sind sicherlich auch von der Flussordnung abhängig. Zumindest haben Untersuchungen von Godłowska et al. gezeigt, dass entlang der polnischen Vistula die Talauen bereits im frühesten Neolithikum mit Weiden, Pappeln und Erlen bewachsen waren (Godłowska et al. 1987).

Jedenfalls zeigen diese Überlegungen, dass die Nähe zu einem Gewässer nicht zu allen Zeiten erste Priorität gehabt haben muss, was übrigens in manchen Untersuchungen auch statistisch belegt werden konnte (Budja, Mlekuž 2001, 120; Indruszewski 2004, 7). Auch Michael Aston konstatiert, dass prähistorische Siedlungen in manchen Teilen Englands (er zeigt ein Beispiel der Salisbury Plain) keinen Gewässerbezug aufwiesen (Aston 1985, 91, 101 Fig. 57). Aber selbst wenn ein Bezug zu einem Gewässer festgestellt werden kann, müssen die Gründe nicht unbedingt ökonomischer Natur gewesen sein. Je nach Kontext können Wasser und Gewässer auch rituelle und politische Bedeutung besitzen, was zahlreiche entsprechend zu deutende Befunde, z. B. die Boote und Waffen im Nydam-Moor (Rieck 2002), Moorleichen oder die zahlreichen Flussfunde, belegen.

Offensichtlich deponierte Gegenstände in Gewässern scheinen eine religiös motivierte Wertvorstellung zu belegen. In diesem Zusammenhang scheint das vermehrte Auftreten von Flussfunden in der Nähe von Furten, Stromschnellen und Zusammenflüssen wichtig (Wegner 1995, 272 f.). Ob dabei, wie es in vielen Kulturen üblich ist, ganze Flüsse als heilig angesehen wurden, sei dahingestellt. Erwähnenswert scheint in diesem Zusammenhang ein ethnografisches Beispiel von C. Hugh-Jones (Hugh-Jones 1979, zitiert nach Bradley 2002, 18), auf welches bei Richard Bradley verwiesen wird. Die Piri-paraná Kolumbiens erschlossen ihr Siedlungsgebiet entlang eines Flusses, wodurch der Fluss mit der Bedeutung des Weges, den ihre Vorfahren benutzt hatten, konnotiert war. Ihre Langhäuser waren in der Nähe des Flusses so orientiert, dass der Eingang flussabwärts, zum Herkunftsgebiet ihrer Vorfahren ausgerichtet war. Dieses ethnografische Beispiel kann helfen, andere mögliche Perspektiven für eine Siedlungsplatzwahl zu bieten, welche auch ohne ausschließlich wirtschaftliche Nutzung von Wasser auskommen.

Flüsse trennen auch die Welt der Lebenden und der Toten, wie zum Beispiel der Styx in der griechischen Mytholo-

gie. Auch in unserem Raum wird bisweilen eine Trennung zwischen Siedlung und Bestattungsplatz durch ein Gewässer beobachtet (Urban 2000, 193), wobei das Gewässer in diesen Fällen wohl eher als Übergang denn als trennende Grenze gesehen werden kann (vgl. Posluschny 2006, 304 ff.). In jedem Fall zeigen die hier angeführten Beispiele, dass man mit einer rein ökonomischen Interpretation des Siedlungsbezugs zu Wasserflächen vorsichtig sein sollte.

Über die Möglichkeiten der Wasserwege als Transport- und Kommunikationsrouten wurde bereits weiter oben geschrieben. Dieses Thema war vor wenigen Jahren auch Schwerpunkt der Zeitschrift „Siedlungsforschung" (Freund et al. 2007).

Die Nähe zum Wasser birgt jedoch auch Risiken. Dass Menschen dennoch in nächster Nähe zu Flüssen siedeln, wird auf unterschiedliche Risiko-Strategien zurückgeführt, wobei man, wie Andrew G. Brown ausführt, klar zwischen dem tatsächlichen und dem gefühlten Risiko unterscheiden muss (Brown 1997, 293 f.). Die gefühlte Wahrscheinlichkeit des Eintretens eines katastrophalen Ereignisses ist stark abhängig vom „kulturellen, sozialen und politischen" Umfeld und religiösen Vorstellungen (gottgewollte Ereignisse). Je häufiger und drastischer über Katastrophen berichtet und gesprochen wird, desto stärker wird auch die gefühlte Wahrscheinlichkeit für das Eintreten eines entsprechenden Ereignisses (Hellbrück, Fischer 1999, 517). Andrew G. Brown drückt es folgendermaßen aus:

„The perception of the risk is in many ways more important than the risk itself. Since perception is culturally, socially and politically determined, it must have changed through prehistory" (Brown 1997, 293 f.).

Mark Gillings sieht in Überschwemmungen aber auch Positives: erst durch sie wird die Entstehung der Talauen und all ihrer Ressourcen ermöglicht (Gillings 1998, 133). Menschen siedeln also nicht trotz, sondern gerade wegen der Überschwemmungen in der Nähe von Flüssen.

Die mit der Nähe zum Wasser einhergehenden Risiken wie Krankheiten und Überschwemmungen führten auch zu gezielten Maßnahmen an Fluss und Aue: Je nach Stand der Technik konnte man versuchen, diese Risiken auf verschiedene Weise aktiv oder passiv zu minimieren, indem man zum Beispiel höher siedelte, Sümpfe trockenlegte oder gezielt Regulierungen an den Gewässern vornahm. Dass man zumindest seit dem Hochmittelalter begonnen hat, aktiv schützende Maßnahmen zu ergreifen, zeigen unter anderem Flurnamen (z. B. Dammäcker). Die Errichtung von Deichen, Hochwasserdämmen oder Stabilisierung von Flussufern (besonders in der Nähe von Brücken) gehörten zu den frühen Eingriffen. Auch regulierende Veränderungen ganzer Bäche sind – z. B. für das Kamptal – bereits vor 1700 bekannt (Wiesbauer 2004, 9).

Gezielte Eingriffe wurden aber auch durchgeführt, um Ressourcen besser nutzen zu können. A.G. Brown nennt unter anderem Bewässerung (in Großbritannien zumindest seit dem Mittelalter als flood- oder water-meadows), Stauung (Kontrolle des Abflusses und Fischfang), Anlage von Kanälen für den Betrieb von Mühlen, Anlage von Wehren, Strömungsbrechern und Treppelwegen für die Flößerei, Ausbaggern für die Schifffahrt und die Trockenlegung mittels Drainage (Brown 1997, 254 ff.). Die Umleitung kleinerer Bäche wird bereits von Tacitus für die Germanen überliefert (Jäger 1998, 33). In Wien verlief der Hauptstrom der Donau bis in das 12. Jahrhundert hinein am heutigen Donaukanal, welcher am 1. Bezirk, der „Inneren Stadt", vorbeiführt. Seit dem frühen 13. Jahrhundert hatte sich dieser jedoch weg von der Stadt verlagert. Um den zu einem Nebenarm verkümmerten Donaukanal trotz der zunehmenden Versandung schiffbar zu halten, versuchte man ihn seit dem 14. Jahrhundert (bezeugt ist das Jahr 1376) auszubaggern (Strömmer 2003, 20).

Generell sind also Siedlungsstandorte in der Nähe von Flüssen sehr attraktiv, jedoch muss ein Kompromiss zwischen der Nähe zum Fluss und dem dort herrschenden Überschwemmungsrisiko gefunden werden. Dies könnte auch die unterschiedlichen Siedlungslagen im Bereich von Terrassen oder Talauen erklären helfen. M. Gillings erkennt im Gebiet der Theiß drei Gruppen von neolithischen Siedlungslokalitäten (höhere Terrassen – leicht erhöhte Bereiche am Rande oder in der Talaue – innerhalb der Talaue), die er anhand von Risikostrategien klassifiziert (Gillings 1995, 82). Er meint, dass es eine Abwägung zwischen ökonomischem Nutzen und erhöhtem Risiko gab, die letztlich zu dem erkannten Siedlungsmuster führte. Risikoreichere Standorte würden in ihrem Umfeld sowohl trockene als auch feuchte Standorte für Getreide anbieten. Indem man beide Lagen bestellt, wäre man von klimatischen Bedingungen (Dürre, hohe Feuchtigkeit) unabhängig.

Der größte Prozentsatz an Siedlungen findet sich zumeist an den Terrassen. Ob die Überlegungen Gillings bei der Platzwahl eine Rolle spielten, erscheint jedoch spekulativ. Bislang wurde jedenfalls noch nicht untersucht, inwieweit dies eventuell auch mit Verzerrungen im Verbreitungsbild der Fundstellen zu tun haben könnte. Fakt ist jedenfalls, dass man sehr oft einen deutlichen Bezug zwischen der Lage von Siedlungen und Gewässern herstellen kann. Ob dies in jedem Fall ökonomisch zu interpretieren ist, scheint fraglich.

7.3.1.4 Biosphäre als raumwirksamer Faktor

In kaum einer der gängigen Standortanalysen wird die Biosphäre als Standortfaktor betrachtet. Lediglich Burchard Sielmann macht sich Gedanken zur Übertragbarkeit des Faktors Biosphäre (Sielmann 1971b, 77 f.). A. Posluschny untersucht die Verteilung der Fundstellen bezogen auf heutige Naturraumeinheiten (welche „Areale gleichen Gefüges" in Bezug auf sämtliche Sphären, also auch der Biosphäre sind) und beobachtet „eine starke Inhomogenität zwischen den einzelnen Zeitstufen", die er mit unterschiedlichen Vorlieben erklärt (Posluschny 2001, 124).

Die Vernachlässigung der Biosphäre als Standortfaktor dürfte mindestens zwei Gründe haben. Einerseits scheint dies Resultat des häufig ökodeterministischen Zugangs zu sein. Die Standortwahl wird darin ausschließlich als ökonomisch motiviert angesehen. Allein seine Eignung für Ackerbau und Viehzucht sind bestimmend für die Wahl eines Siedlungsplatzes. Da die vom Menschen erschaffene „kulturelle Biosphäre" eine Veränderung und Zerstörung der ursprünglichen natürlichen Vegetation bedingt, ist Letztere als Standortfaktor offensichtlich irrelevant.

Dies erscheint insofern paradox, als prähistorische Ackerbauern gute Standorte, d. h. geeignete Böden und deren Zusammensetzung, Feuchtigkeitsgehalt und Überschwemmungsrisiko anhand der Beobachtung von Zeigerpflanzen erkennen konnten. Solche Gewächse zeigen Standortbedingungen an und erlauben eine „rasche, aufwandlose, während der Vegetationsperiode jederzeit vorzunehmende und zuverlässige annähernd qualitative Einschätzung von Standorteigenschaften" (Schmitt, Schmitt 2007b, 440). Sollten also tatsächlich allein die landwirtschaftlich relevanten Faktoren für eine Siedlungsplatzwahl ausschlaggebend gewesen sein, so müsste eigentlich die Biosphäre als Hauptstandortfaktor betrachtet werden.

Hier kommt jedoch ein zweiter, praktischer Grund ins Spiel, der die Einbeziehung der Biosphäre als Standortfaktor erschwert. Die heutige Biosphäre – wie auch weiter oben deutlich gezeigt wurde – ist völlig verändert und lässt sich nicht auf die Vergangenheit übertragen (vgl. Sielmann 1971b, 77). Deshalb bedarf es einer Rekonstruktion der vergangenen Pflanzen- und Tierwelt mithilfe paläobotanischer Untersuchungen. Diese sind je nach Erhaltungsbedingungen organischer Reste zwar machbar, ihre Interpretation, vor allem wenn es um eine detaillierte Kartierung vergangener Vegetationszustände geht, jedoch schwierig bis unmöglich (Butzer 1982, 177 f.; Dincauze 2000, 331 ff.).

In den meisten Studien wird die heutige Biosphäre und Landnutzung dazu verwendet, Aussagen über mögliche Verzerrungen im Verbreitungsbild der bearbeiteten Fundstellen aufzuzeigen. So konstatiert Thomas Saile, dass zwar insgesamt weniger Fundstellen aus bewaldeten Bereichen stammten, dafür aber ein Großteil (81 %) der bekannten Hügelgräberfelder im Wald gelegen seien (Saile 1998, 58 f.). Der Grund für diese uneinheitliche Verteilung ist natürlich auch in den verwendeten (oder besser nicht verwendeten) Prospektionsmethoden zu suchen, zeigt aber dennoch deutlich den verzerrenden Effekt von Biosphäre und Landnutzung auf die angewandten Prospektionsmethoden.

Beachtung wird der Biosphäre auch bei der Konzeption von Modellen zur Ernährung und deren Übertragung auf archäologische Erkenntnisse geschenkt. In solchen Arbeiten wird ausgehend von Modellen des Nährstoff- und Kalorienbedarfs auf die benötigten Mindestmengen an landwirtschaftlicher Produktion und deren Flächenbedarf geschlossen. Aufgrund eines Kalorienbedarfsmodells versucht zum Beispiel Renate Ebersbach anhand der vier bekannten Horgener Dörfer am unteren Zürichsee, die für die Versorgung der geschätzten 1.350 Personen benötigten Acker- und Weideflächen abzuschätzen (Ebersbach 2003):

Solche Schätzungen sind natürlich wichtig für eine landschaftsarchäologische Interpretation. Inwieweit die Ergebnisse aber tatsächlich verwendbar sind, hängt von zahlreichen Faktoren ab. Die Modelle basieren nämlich auf zahlreichen mehr oder weniger gut belegbaren Annahmen, wie zum Beispiel Bevölkerungszahl und deren Zusammensetzung, Technologie und Praxis der Landwirtschaft, Größe und Zusammensetzung der Tierherden, Mengen an gejagtem Wild, gefangenem Fisch und gesammelten Früchten oder die Rekonstruktion von Klima, Böden und Wasserhaushalt (Ebersbach 2003, 74 ff.). Dies führt zwangsläufig zu großen Unsicherheiten und zu einer gewissen Beliebigkeit der Resultate.

Im Falle des unteren Zürichsees konnten aufgrund des ausgezeichneten archäologischen Forschungsstandes um die neolithische Besiedlung, welcher auf die extrem guten Erhaltungsbedingungen zurückzuführen ist, die Anzahl der jeweils gleichzeitigen Häuser bestimmt werden und somit eine verhältnismäßig gute Schätzung für die Bevölkerungsanzahl (1.350 Personen in vier gleichzeitig besiedelten Dörfern) gegeben werden (Ebersbach 2003, 82). Aufgrund des Kalorienbedarfsmodells schließt sie auf eine benötigte minimale Feldgröße von 322 ha zur Versorgung der Bevölkerung (Ebersbach 2003, 84).

Die soweit erzielten Ergebnisse basieren auf den langjährigen archäologischen und paläobiologischen Untersuchungen in dieser Region und scheinen durchaus realistisch. Beliebig wird das Ergebnis jedoch durch die darauf folgende Abschätzung der Dauer des Rotationszyklus, mit der sich die Größe des benötigten Landes multipliziert. Die Annahmen dazu variieren zwischen „kein Wanderfeldbau"

(Bogaard 2004, 154) und 20 Jahren (M. Rösch, zitiert bei Ebersbach 2003, 83). Somit variiert die benötigte ackerbaulich zu nutzende Fläche um den Faktor 20 zwischen 322 und 6.440 ha oder 0,3 und 64 km². Bei dieser gewaltigen Differenz werden sämtliche anderen Annahmen und Überlegungen bedeutungslos, da das Ergebnis letztlich von einer einzigen, schwer zu belegenden Variablen abhängt.

7.3.1.5 Zusammenfassung

Der Mensch steht in ständiger Wechselwirkung mit der ihn umgebenden physischen Struktur, die eine wichtige Bedeutung für den Menschen hat. Dies bedeutet aber nicht, dass sie menschliches Verhalten determiniert. Es gibt für eine Siedlung meist viele mögliche Plätze, welche ähnliche naturgeografische Bedingungen aufweisen würden (Aston 1985, 93). Weshalb von allen möglichen Plätzen gerade an dieser bestimmten Stelle gesiedelt wurde, liegt letztendlich an von Menschen (individuell oder im Rahmen einer Gruppe) getroffenen Entscheidungen. Alle Versuche, zum Beispiel Siedlungsmuster allein durch den Naturraum zu erklären, blenden deshalb den Menschen als sozial denkendes und handelndes Wesen aus oder reduzieren ihn auf ein rein ökonomisch und gewinnmaximierend motiviert handelndes Wesen und führen letztendlich am eigentlichen Ziel der Archäologie vorbei, den Menschen der Vergangenheit zu verstehen.

7.3.2 Gesellschaftliche Faktoren

Es muss also darum gehen, zu erkennen, welche gesellschaftlichen Faktoren für die raumwirksamen Entscheidungen des Menschen bestimmend sind. Hierbei erscheint die in der Soziologie funktionale Einteilung von Gesellschaft in vier Sphären (Esser 1999, 387 f.) nützlich. In dieser Arbeit werden sie etwas abweichend bezeichnet als:

1. Wirtschaftliche Sphäre mit der Funktion der ökonomischen Anpassung entsprechend der Ressourcen,
2. Soziale Sphäre mit der Funktion der Integration,
3. Politische Sphäre zur Vorgabe von Richtlinien und die Durchsetzung von Zielen, und
4. Historische Sphäre, welches das Verhältnis zu grundlegenden und tradierten Strukturen regelt.

Ähnliche Einteilungen in jeweils drei Sphären (ökonomisch, sozial/religiös, politisch) sind in der Geografie und Archäologie vielfach bekannt (z. B. Wirth 1979, 231 ff.; Kunow 1994; Roberts 1996, 10 f., 112 ff.; Aston 1985, 92; Thurston 2001, 32).

7.3.2.1 Wirtschaftliche Sphäre

Die wirtschaftliche Sphäre erfüllt in einer Gesellschaft die Funktion der ökonomischen Anpassung an die vorhandenen Ressourcen. In der räumlichen Archäologie werden unter diesem Aspekt einerseits Standortanalysen einzelner Siedlungen durchgeführt, andererseits wird die Strukturierung des Raumes in einer Siedlung aber auch innerhalb eines Siedlungsmusters untersucht. Hier wirken sich vor allem die Lage der Ressourcen und der Aufwand für den Transport von Personen und Gütern auf die räumliche Verteilung von Siedlungen, aber auch von Nutzungseinheiten innerhalb einer Siedlung und ihres Umfeldes aus. In Bezug auf die räumlich differenzierende Wirkung von Transportkosten gibt es vor allem zwei Modelle, die zeitlos sind und auch in der Siedlungs- und Landschaftsarchäologie Eingang gefunden haben: das Raumstrukturmodell von Johann Heinrich von Thünen (von Thünen 1966) und das System der zentralen Orte von Walter Christaller (Christaller 1980). Ein drittes Modell zum „Standort der Industrie“ (Weber 1909) muss man hier ebenfalls einreihen, wird in der Archäologie aber relativ selten genutzt.

Die sogenannten **Thünenschen Ringe** wurden bereits 1826 erstmals publiziert. Sie beziehen sich auf die optimale Versorgung innerhalb eines „isolierten Staates“ mit nur einem zentralen Markt. Eine Profitmaximierung ergibt sich aus der unterschiedlichen Nutzung des Raumes um diesen Markt. Dieses Nutzungsmuster ergibt sich aus den Entfernungen und den damit verbundenen Transportkosten für die einzelnen Produkte (Nüsser et al. 2005, 375; Klein 2005, 343; Kunow 1989, 380 f.). Gerade die Produkte des täglichen Bedarfs, darunter vor allem Nahrungsmittel, bedürfen hoher Energien für ihren Transport. Für Helmut Haberl schließt sich ein Transport dieser Güter mittels Last- und Zugtiere über weitere Distanzen bereits deshalb aus, weil „der Energiebedarf für die Pferde höher als der Energiegehalt der Biomasse, die auf dem Wagen transportiert werden konnte“ gewesen wäre (Haberl 1999, 47). Deshalb war die Ressourcenauswahl landwirtschaftlicher Subsistenzgesellschaften, sofern sie die Wasserwege nicht benutzten, lokal begrenzt. Für wertvolle Handelsgüter (Rohmaterialien, Artefakte) zahlte sich auch der Transport über weitere Strecken aus.

Legt man Thünens Modell auf eine landwirtschaftliche Siedlung um, so müsste der Raum um die Siedlung in Bezug auf die Wegzeiten (Aufwand) möglichst effizient gestaltet werden. Daher könne man davon ausgehen, dass im Nahbereich um die Siedlung Gärten und Felder, etwas entfernter die Wälder gelegen seien (Abb. 14). Voraussetzung dafür ist ein wirtschaftlich rational denkender Mensch. Die archäologischen Anwendungen und deren Kritiken werden in einem späteren Kapitel noch ausführlicher diskutiert (vgl. S. 284 f.).

Beim Modell der **zentralen Orte** bildet die Annahme den Ausgangspunkt, dass in einer beliebigen Landschaft

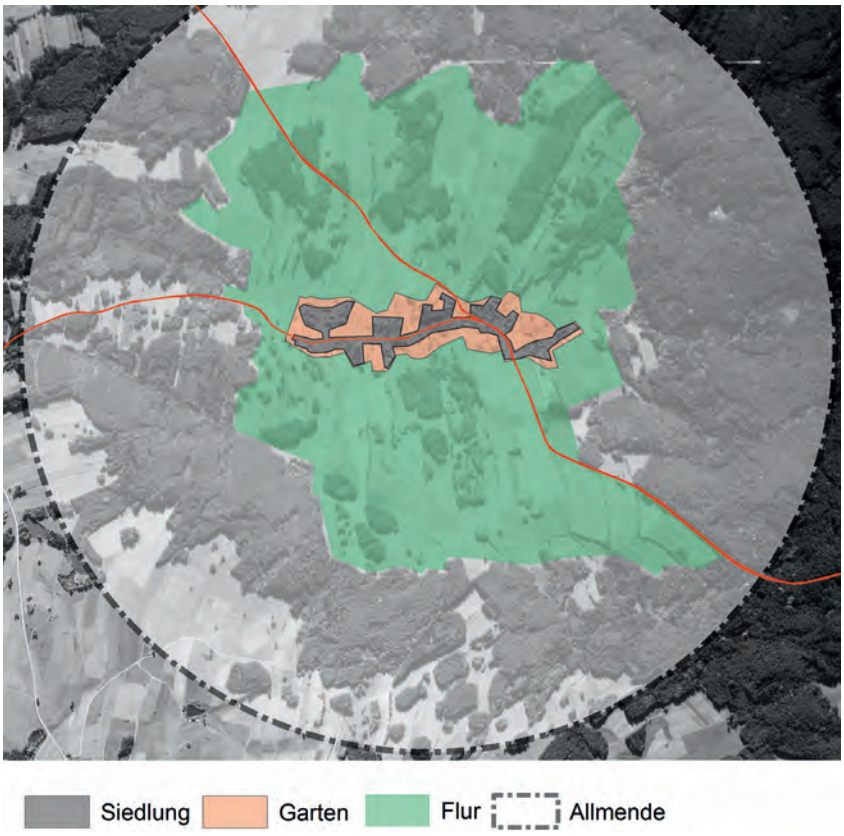


Abb. 14: Ideale Darstellung des Wirtschaftsraums einer Gemeinde (Grafik: Michael Doneus; Luftbild: © bmlvs/luaufklsta).

praktisch zu jeder Zeit Siedlungen unterschiedlicher Bedeutung und Größe existieren (vgl. Denecke 2005, 49). Anhand dieser sehr „westlichen" Prämisse (man kennt aus der Ethnologie durchaus auch sogenannte segmentäre Gesellschaften, welche keine hierarchische Gliederung aufweisen sowie „akephale Gesellschaften", welche auch in größeren Gemeinschaften ohne hierarchische Strukturierung auskommen und Entscheidungen gemeinsam fällen – Sigrist 2005) versucht das Modell der zentralen Orte die Verteilung dieser unterschiedlichen Siedlungen zu erklären. In einem Satz fasst es W. Christaller folgendermaßen zusammen:

„Das System der zentralen Orte ist einzig auf der Tatsache, daß es viele Arten von zentralen Gütern niederster bis höchster Ordnung gibt, von denen jede Art ihre besondere Reichweite hat, aufgebaut" (Christaller 1980, 113).

Ausgehend von der Annahme, dass es Siedlungen gibt, in welchen Überschüsse an Gütern und Dienstleistungen produziert und innerhalb einer für jede Ware spezifischen Reichweite „verhandeln", kann man basierend auf der Anzahl dieser Produkte und Dienstleistungen ein hierarchisches System von Siedlungen postulieren. Dabei gibt es sogenannte „zentrale Orte" unterschiedlichen Ranges. Diese sind der Theorie nach in einem einheitlichen Raum regelmäßig verteilt, wobei der Einzugsbereich jedes zentralen Ortes bis zur halben Distanz zum nächsten zentralen Ort derselben hierarchischen Stufe reicht (Borsdorf, Zehner 2005, 306 f.; Saile 1998, 185). Im Idealfall entwickelt sich dabei ein hexagonales Siedlungsmuster, wobei je nach vorherrschendem Strukturprinzip (markt-, verkehr- oder administrationsbezogen) sich unterschiedliche Einzugsgebiete ergeben (Kunow 1988, 57; Roberts 1996, 54; Butzer 1982, 219). Abweichungen von diesem Modell müssten historisch, militärisch oder physiogeografischen erklärt werden (Christaller 1980, 257 f.).

Dieses deduktive Modell wurde von Walter Christaller ursprünglich basierend auf einer modernen Siedlungsverteilung im süddeutschen Raum der Zwischenkriegszeit entwickelt. Die zentrale Bedeutung eines Ortes wurde dabei anhand der Anzahl an (damals noch nicht selbstverständlichen) Telefonverbindungen gemessen (Wagstaff 1986, 120). Auch heute findet das Modell – allerdings mit veränderten Kriterien – im Rahmen der Raumordnung Österreichs und Deutschlands Anwendung (Bobek, Fesl 1978; Borsdorf, Zehner 2005, 310).

Das Modell der zentralen Orte basiert auf einer Reihe von Bedingungen und Annahmen, unter anderem einem rational und wirtschaftlich gewinnmaximierend denkenden Mensch, sowie einem ähnlich den Thünenschen Ringen zugrunde liegenden, homogenen Raum (Wagstaff 1986, 119; Borsdorf, Zehner 2005, 306). Trotz dieser doch ziemlich einschränkenden Annahmen fand das Modell zahlreiche archäologische Anwendungen, die weiter unten besprochen werden (vgl.Kapitel 12.1.2.1).

Das Modell des **Industriestandortes** (Weber 1909) erklärt den idealen Standort für Industriebetriebe anhand der Transportkosten für Rohstoffe bzw. des Energiebedarfs. Je größer der Unterschied zwischen dem Gewicht von Rohstoffen und Fertigprodukt ist, desto wahrscheinlicher wird der Standort der Produktionsstätte in der Nähe der leichteren der beiden liegen. Ansonsten würden unnötig hohe Transportkosten entstehen. Auch extrem hoher Energiebedarf kann den Standort eines Industriebetriebes (etwa in der



Abb. 15: Carnuntum, Pfaffenberg 1979. Am Rande des Steinbruchs lassen sich noch die kreisförmigen Reste des Heiligtums erkennen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 16: Carnuntum – Pfaffenberg 2006: Das Heiligtum wurde mittlerweile vollständig zerstört (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Nähe eines Waldes) mitbestimmen. Hohe Investitionskosten können für stabile Standorte sorgen.

Jürgen Kunow hat einige mögliche archäologische Beispiele gezeigt, in denen die Theorie Webers anwendbar ist (Kunow 1989, 382). Er nennt die Kalkerzeugung der Legion XXX Ulpia victrix, welche über 130 km vom eigentlichen Lager in Ivertsheim stattfand. Vielerorts findet man auch Produktionsstätten der Metall verarbeitenden Industrie in der Nähe der Rohstoff- oder Energievorkommen. Auch die Erzeugung von Holzkohle oder Pottasche findet aufgrund dieses Prinzips üblicherweise direkt in den Waldgebieten statt. Glashütten wiederum waren aufgrund des hohen Energiebedarfs bei der Schmelze (Pottasche) in erster Linie in der Nähe der Energiequelle (Wald) angesiedelt. Generell formuliert Natalie Venclová für die Archäologie vier Möglichkeiten der räumlichen Lage von Produktionsarealen (Venclová 1995, 162): innerhalb der Ansiedlungen, in der Peripherie des Gemeinschaftsraumes (vgl. Kapitel 8.3.1), außerhalb des Gemeinschaftsraumes aber innerhalb einer Distanz, welche Kontrolle ermöglicht, sowie in weiterer Entfernung. In den letzten beiden Fällen würde es sich um rein „industrielle" bzw. nicht agrarische Fundstellen handeln. In der Loděnice Region Böhmens wurde in der jüngeren Eisenzeit für einen verhältnismäßig kurzen Zeitraum Schmuck aus Sapropelit hergestellt. Die Region, in welcher der Rohstoff ansteht, wurde in dieser Zeit erstmals besiedelt (Neustupný 2003, 293 f.).

Alle hier erwähnten idealisierten Modellvorstellungen können in der archäologischen Praxis gewinnbringend angewandt werden, wenn auch bei den Prämissen Vorsicht geboten ist. Obwohl nicht unwidersprochen und bisweilen heftig kritisiert (siehe die Diskussion Kapitel 12.1.3), halfen die Modelle in der Archäologie jedenfalls, weg von einer kulturhistorischen Perspektive hin zu sozio-ökonomischen Fragestellungen zu gelangen. Wichtig erscheint jedenfalls eine in Anbetracht der zur Verfügung stehenden Quellen kritische, reflektierende Grundhaltung bezüglich der Sinnhaftigkeit der Verwendung solcher Modelle (vgl. Collis 1986, 38).

7.3.2.2 Sozial-Religiöse Sphäre

Im Gegensatz zu den wirtschaftlichen sind soziale Faktoren der räumlichen Differenzierung schwer zu fassen und kaum zu modellieren. Dennoch ergibt sich bezogen auf den Maßstab einer Untersuchung von Siedlungssystemen der Umstand, dass im Bereich des Megamaßstabes, also global gesehen, sich fünf fundamentale Typen von Siedlungssystemen unterscheiden lassen, die sich sozial definieren: traditionelle (archaische), koloniale, urbane, urbanisierte und kurzlebige Systeme (Roberts 1996, 158). Bei Betrachtung auf subkontinentaler und regionaler Makro-Ebene scheinen Einflüsse der natürlichen Umwelt für die Entstehung und Art von Siedlungssystemen verantwortlich zu sein. Zusätzlich sind auch hier soziale Gegebenheiten wie religiöse Vorschriften, ethische Normen oder eine Rechtsordnung raumwirksam (Wirth 1979, 246). Im Bereich des Mikromaßstabs haben wiederum soziale Äußerungen, wie unter anderem „Gewohnheit, Neigung zur Beharrung, Sozialprestige, Mode, Nachahmung, Gruppennorm" eine wichtige räumlich differenzierende Wirkung (Wirth 1979, 244).

Siedlungen sind keine singulären Punkte in einem leeren Naturraum – sie haben immer Beziehungen zu ihren Nachbarn (Aston 1985, 93). Siedlungskonzentrationen können daher oft sozial (Roberts 1996, 35 ff.) und religiös (Rinschede 1999) begründet sein Während sich jedoch wirtschaftliche Faktoren anhand heute überlieferter Ressourcen und Gegebenheiten mitunter ablesen lassen, sind soziale Faktoren nur schwer zu rekonstruieren, da ihre ursprüngliche

Bedeutung so gut wie immer verloren gegangen ist. So war der Pfaffenberg bei Carnuntum als Tempelbezirk Teil einer religiösen Landschaft, die aufgrund des sogenannten Blitz- und Regenwunders vom 11. Juni 172 n. Chr. dem Wettergott „Jupiter dolichenus" geweiht worden war (Jobst 1983, 189 ff.). Heute ist diese Bedeutung verloren gegangen und die Landschaft durch einen großflächigen Steinbruch zerstört (Abb. 15 und Abb. 16).

Ein weiteres Beispiel religiöser raumwirksamer Prägung findet sich bei Christopher Tilley. Die Winterlager der Cree Indianern in der Provinz Quebec sind so gut wie ausschließlich nur auf Westufern entlang von Seen gelegen. Dies hat rein symbolischen Charakter: Der Eingang der Winterbehausungen ist ein symbolisch wichtiger Punkt zwischen dem Inneren und Äußeren und sollte nach Osten (zur aufgehenden Sonne) und in Richtung einer Wasserfläche orientiert sein (Tilley 1994, 55). Brian K. Roberts verweist auch auf andere anthropologische Untersuchungen, welche zeigen konnten, dass der prinzipiellen Ausrichtung von Ansiedlungen egalitärer Gesellschaften oft kein funktionaler Zweck zugrunde liegt, sondern Teil kultureller Vorstellungen sind: „What people *believed* was as much part of the societies and settlements they created as were the tool-kits they had at their disposal and the type of economy they evolved" (Roberts 1996, 148). Auch hier ist uns die soziale Bedeutung nur durch Kenntnis des ursprünglichen Symbolgehalts zugänglich.



Abb. 17: Carnuntum, Luftbild mit römischer Straße und angrenzenden Fundamenten von Grabbauten (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Etwas leichter fällt es, statusorientiertes Handeln zu erkennen und zu „verstehen". Höhensiedlungen oder prominente Grabhügel, welche an erhöhten Standorten weithin sichtbar angelegt wurden, lassen auf Prestige als raumwirksame Kraft schließen. Sally Exon et al. (2000, 26 ff.) haben zum Beispiel im Raum um Stonehenge statistisch nachweisen können, dass die Sichtbarkeit bei der Platzierung von Grabhügeln, Henges und anderen Monumenten eine wichtige Rolle gespielt haben muss (Exon et al. 2000, 26 ff.). Anhand von im GIS berechneten Sichtbarkeitskarten konnte plausibel gemacht werden, dass eine signifikante Mehrheit der frühbronzezeitlichen Grabhügel am Rand der von älteren Monumenten aus einsehbaren Bereiche (meist innerhalb einer Zone von 100 m zum Rand der berechneten Sichtbarkeitskarten) lagen. Dies lässt darauf schließen, dass die Hügel an prominenten, weit sichtbaren Positionen platziert wurden und dass die Lage der Monumente nicht isoliert betrachtet werden darf, da statistisch nachweisbare aber schwer zu interpretierende Beziehungen zwischen den Monumenten vorliegen und dem Ganzen eine Struktur zugrunde liegt.

Über die raumwirksamen Mechanismen, welche der Struktur von Bestattungen der Römer zugrunde liegen, wissen wir aufgrund der schriftlichen Überlieferungen besser Bescheid. Aufgrund einer Gesetzgebung (Zwölftafelgesetz aus dem 5. Jh. v. Chr.) war es prinzipiell verboten, sich innerhalb der Stadtmauern beisetzen zu lassen (Gassner et al. 2002, 235). Gräberfelder befanden sich deshalb außerhalb der Ansiedlungen. Wer es sich leisten konnte, errichtete jedoch sein Grabmal entlang der wichtigsten Zufahrtstraßen und konnte somit sein Prestige jedem Reisenden zur Schau stellen. Diesen räumlichen Bezug zwischen römischer Straße und den längsseits platzierten Grabfundamenten kann man heute anhand zahlreicher Luftbilder dokumentieren. Abb. 17 zeigt einen Ausschnitt aus der als Bernsteinstraße bekannten Handelsroute, welche von Carnuntum südwärts

in Richtung Bruck an der Leitha führt, und zu beiden Seiten über mehrere Kilometer von Grabmonumenten gesäumt ist.

Prestige zeigt sich aber auch in den zahlreichen Monumenten, welche „gegen jede wirtschaftliche Zweckmäßigkeit" errichtet werden (Wirth 1979, 250). So haben die mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen der Lengyelkultur eine Dimension, welche jede ökonomische Interpretation als irrelevant erscheinen lässt (Daim, Neubauer 2005). Obwohl sie nicht unbedingt Teil einer Ansiedlung sein müssen, können Monumente auch eine zentralplatzähnliche Funktion haben. Diese bewirkt unter anderem, dass in ihrem Umfeld weiterer Kultstätten und Monumente (z. B. Grabhügel) errichtet werden; es entstehen sakrale Landschaften (Barrett 1999)."

Van Dommelen warnt jedoch davor, bestimmte Landschaften als exklusiv „rituell" zu betrachten (Van Dommelen 1999, 281). Eine Landschaft kann nämlich zu jeder Zeit, je nach persönlichem Status, Situation oder Interesse unterschiedlich wahrgenommen oder genutzt werden. Er führt als Beispiele etruskische Gräber an, die entlang der aus den Siedlungen heraus führenden Straßen liegen (vgl. das Beispiel der römischen Grabbauten weiter oben). Diese seien sowohl in einer „rituellen" als auch alltäglichen Landschaft. Zudem können die Grabmonumente durchaus auch politische Bedeutung haben.

Ein weiteres Beispiel für die „Kartierung" sozialer Systeme auf eine Landschaft sind Flursysteme. Die Aufteilung des Landes in Fluren und Parzellen wird von John G. Evans als „sozialer Akt" beschrieben, weshalb die Form der Flur Aussagen über die jeweilige Gesellschaft ermöglicht (Evans 2003, 23). Das mittelalterliche System unseres Raumes war geprägt durch den sozialen Mechanismus der Vererbung von Grund und Boden. Dadurch wurden die im Laufe der Generationen wiederholt aufgeteilten Parzellen immer schmäler. Ganz anders präsentieren sich hingegen die Fluren in unseren östlichen Nachbarländern, welche während des Kommunismus großflächig zusammengelegt worden waren und somit die Idee des Kollektivs auf die Landschaft kartierten.

Natürlich tragen auch Lage und Struktur der Siedlung selbst sozial bestimmte Züge. Jürgen Kunow führt sowohl Beispiele für Veränderungen eines provinzialrömischen Siedlungsbildes aufgrund von „modernem ‚Zeitgeist'" als auch für die sozial bedingte Persistenz einheimischer Siedlungen aufgrund einer offensichtlich konservativ geprägten Haltung an (Kunow 1994, 346). Verschiedene Autoren betonen auch die Rolle des Schutzbedürfnisses für die Lage von Siedlungen (Forbes 2007, 181; Aston 1985, 94; Roberts 1996, 10 f.). Jens Lüning konnte anhand eines Vergleiches der linearbandkeramischen und der Rössener Besiedlung auf der Aldenhovener Platte zeigen, dass am Übergang zum Mittelneolithikum offenbar ein sozialer Wandel von sich gegangen ist (Lüning 1982). Sowohl bei der Siedlungsverteilung als auch bei der Struktur der Einzelsiedlungen und dem Aufbau der Gebäude zeigte sich, dass ein Übergang von der Einzelfamilie hin zu einer Gemeinschaft aus mehreren Familien und somit die „Zunahme gemeinschaftlicher Bindung" stattgefunden haben dürfte (Lüning 1982, 32).

Diese Beispiele zeigen wohl deutlich, wie soziale Faktoren die Verteilung von Fundstellen im Raum bestimmen können. Die Hauptschwierigkeit liegt darin, soziale Faktoren einer Fundstellenverteilung zu erkennen. Nur wenige der Faktoren lassen sich zum Beispiel in einem GIS modellieren. Dennoch gibt es einige Beispiele (etwa Sichtbarkeitskarten oder die topografische Prominenz), wo dies möglich ist (vgl. Kapitel 14.2).

7.3.2.3 Politische Sphäre

Gesellschaftliche Richtlinien und darauf basierende Entscheidungen eines politischen Establishments gehören zur politischen Sphäre. Ein Beispiel dafür ist die Anlage von römischen Gräberfeldern und Verbrennungsplätzen außerhalb von Siedlungen. Diese räumliche Trennung von Siedlung und Bestattungsplatz wurde durch das Zwölftafelgesetz aus dem 5. Jahrhundert v. Chr. verordnet und wurde bereits unter den sozialen Determinanten erwähnt – ein Umstand, der die teilweise Überlappung der sozialen und politischen Determinanten aufzeigt.

Politische Faktoren sind prinzipiell auch für die prähistorischen Gesellschaften denkbar, wenn auch extrem schwer zu fassen und von sozialen Faktoren kaum zu unterscheiden. Am ehesten lässt sich hier an Territorialität denken: Höhensiedlungen könnten neben sozialem Prestige auch ein weithin sichtbares Zeichen für einen territorialen Anspruch sein. Ähnliches ist auch für die gezielte Platzierung von Grabhügeln denkbar. Olaf B. Rader hat jüngst anhand von zahlreichen Beispielen quer durch alle Epochen und Kontinente gezeigt, dass der Totenkult immer wieder als Mittel der „Autoritäts- sowie Legitimitätsstärkung" benutzt wurde (Rader 2003, 243). Genauso, wie der zelebrierte Totenkult den Machtanspruch eines neuen Herrschers zu legitimieren half, ist es auch denkbar, dass die weithin sichtbare Lage von Grabhügeln Ähnliches bezweckte.

Eberhard Bönisch konnte zeigen, dass die mittelalterliche Grenzziehung in Brandenburg vielerorts prähistorische Grabmonumente in den Grenzverlauf mit einschloss (Bönisch 2007, 87). Dies erklärt sich aus deren häufiger Lage im Bereich von weithin sichtbaren Wasserscheiden. Er erwähnt dabei den interessanten etymologischen Sachverhalt,

dass die Endung „-marke“ im Wort „Landmarke“ sich von „marka“ (= Rand) herleitet und somit der Landmarke eine ursprünglich grenzanzeigende Funktion zukommt. Die Grenzfunktion solcher Monumente könnte seiner Meinung nach auch durchaus in der Urgeschichte bestanden haben (Bönisch 2007, 85 f.). Die Einbeziehung von Grabhügeln in eine (moderne) Grenzziehung zeigt sich anhand des hallstattzeitlichen Gräberfeldes in Scharndorf, an der Grenze zwischen Österreich und Ungarn: Die Grenzlinie wurde durch einige der Grabhügel gelegt (Abb. 18).

Eine politische Deutung lässt sich auch für die bewusste Platzierung von Gräbern neuer Bevölkerungsgruppen in der Nähe ehemaliger Grabhügel finden, wie wir es in unserem Raum an einigen Beispielen erkennen können. So konstatiert Johannes Wolfgang Neugebauer:

„Auffällig ist, dass ein Großteil der langobardischen Fundpunkte des „Feldes“ südlich der Donau und angrenzender Landschaften sich innerhalb oder im näheren Umkreis von im 6. Jahrhundert sicher noch aufrecht stehender römischer Mauern findet. … So wurde auch sicher im 6. Jahrhundert das kaiserzeitliche Gräberfeld in Pottenbrunn (Fundstelle HLAG, Knoten Wagram) mit den noch sichtbaren Grabbauten und Siedlungsresten gezielt von den Langobarden als Bestattungsplatz gewählt“ (Neugebauer 2005, 324).

So fand sich in Vösendorf bei Wien ein awarisches Gräberfeld neben einem hallstattzeitlichen Grabhügel, welcher laut Ausgräber zur Zeit der Awaren noch sichtbar gewesen sein muss (Sauer 2007, 17). In Freundorf konnte ein weiterer interessanter Befund entdeckt werden: Innerhalb einer römischen Villa fanden sich mehrere Bestattungen der Langobarden. Im Hofbereich konnte ein kleines, 10 Gräber umfassendes Reihengräberfeld freigelegt werden. Innerhalb eines Gebäudes fanden sich zwei weitere Gräber: eines mit Hund und Pferd, das andere mit der nicht beraubten Bestattung eines erwachsenen, bewaffneten Mannes (Blesl 2005a, 137).

Für die römische Epoche und das Mittelalter bzw. die Neuzeit besitzen wir schriftliche Quellen, welche eine Deutung von räumlichen Strukturen als Ergebnis politischer Entscheidungen erleichtern. Jürgen Kunow erwähnt die „staatsbedingte Landschaftsgestaltung“ (Kunow 1994, 346). Der Ausdruck „staatsbedingt“ wird im landschaftsarchäologischen Zusammenhang jedoch als problematisch angesehen. Man sollte wohl besser von verordneter Landschaftsgestaltung sprechen. Dazu gehören zum Beispiel die systematische, oft über riesige Flächen ausgeführte römische Flureinteilung, welche sich zum Teil heute noch deutlich in Luftbildern oder modernen Katasterplänen abzeichnet (Gugl et al. 2008; Bradford 1957). Abb. 19 zeigt ein

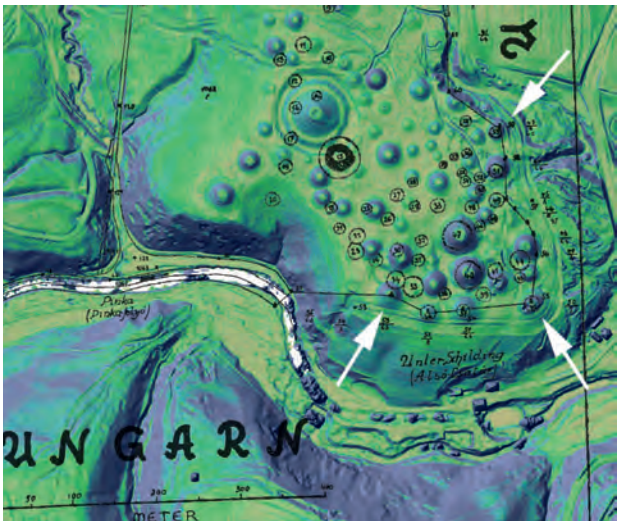


Abb. 18: Scharndorf, Bgld. Von einem flugzeuggetragenem Laserscan abgeleitetes, Digitales Geländemodell eines hallstattzeitlichen Hügelgräberfeldes. Die Daten wurden mit der georeferenzierten Abbildung 2 aus (Barb 1937) überlagert. Die weißen Pfeile markieren eine Grenzlinie, welche einzelne Grabhügel mit einbezieht (Grafik: M. Fera).

Luftbild, welches im Raum Foggia in Süditalien archäologische Spuren anhand extrem detaillierter Bewuchsmerkmale erkennen lässt. Auf dem gelblich-braunen Hintergrund des bereits gereiften Getreides zeichnet sich ein rechtwinkeliges Netz von dunkelgrünen Linien und Punkten im Zentrum des Bildes ab. Es handelt sich dabei um ein wahrscheinlich römisches Flursystem. Innerhalb der rechteckigen Feldbegrenzungen zeigt sich in diesem Fall sogar der ehemalige Bewuchs: Die dicht aneinander gelegenen parallelen Linien dürften dabei auf ehemalige Weinstöcke, die im regelmäßigen Raster angeordneten Gruben Reste einer ehemaligen Olivenplantage sein.

Ein anderes Beispiel für verordnete räumliche Organisation ist die Ansiedlungspolitik, wie wir sie zum Beispiel aus dem Leithagebiet kennen. Dorthin wurde die Gefolgschaft des Vannius in der zweiten Hälfte des ersten nachchristlichen Jahrhunderts von den Römern umgesiedelt (Gabler 1994, 384; Friesinger und Vacha 1987, 21). Auch die Errichtung einer Infrastruktur – durch Straßenbau und die planmäßige Anlage von Städten (Massagrande 1999, 2.1) sowie die Grenzabsicherung durch Limeskastelle, Wachtürme oder Wälle lassen sich in diesem Zusammenhang anführen. Gerade letztere Bauwerke sind typische Mittel zur Kontrolle und Absicherung eroberter Territorien oder hegemonial beherrschter Gebiete (Smith, Montiel 2001, 248 ff.) - siehe auch (Drexhage et al. 2002, 72 ff.).

Nach einem ähnlichen Muster gehen zum Teil auch Landesausbau und Binnenkolonisation vonstatten (Jan-



Abb. 19: Flursystem bei Foggia, Italien. Im Luftbild sind auch heute noch die Flurgräben sowie Spuren ehemaligen Wein- und Olivenanbaus zu sehen (© Michael Doneus).

KUHN 1977, 87 ff.; ASTON 1985, 86 ff.). Aus dem Frühmittelalter lassen sich hier zum Beispiel die Versuche der Karolinger anführen, den Siedlungsraum zu ordnen. Mit Hilfe von kirchlichen Einrichtungen (über Schenkung von Ländereien) „sollte der Raum geistlich und weltlich durchdrungen werden" (SONNLECHNER 2005, 128). Dies führte zu zahlreichen Gründungen von Klöstern, Kirchen und Dörfern an Plätzen, die aus politischen Erwägungen heraus bestimmt wurden. Ähnliches erwähnt Brian K. Roberts für das mittelalterliche England, wo ein mehr oder weniger regelmäßiges Raster an Dörfern angelegt wurde, um die Ressourcen des Landes möglichst gut nutzen und Überschüsse für die Grundherren produzieren zu können (ROBERTS 1996, 112).

Politisch gelenkt ist bisweilen auch die bewusste Reorganisation eines Siedlungssystems. Im Südamerika des 16. Jahrhunderts wurde die verstreut lebende bäuerliche Bevölkerung durch die spanischen Machthaber im Rahmen der *congregaciòn* in größere Dorfgemeinschaften gezwungen, um sie besser kontrollieren zu können (SMITH, MONTIEL 2001, 249). Dies veränderte die Siedlungsstruktur und zerstörte bisweilen die ökonomischen Grundlagen nachhaltig (ROBERTS 1996, 112).

Es soll hier jedoch keinesfalls der Eindruck einer seit der römischen Epoche ausschließlich zentral gelenkten Siedlungspolitik erweckt werden. So gibt es in Mittelalter und Neuzeit zahlreiche, v. a. kleinräumig konkurrierende Kräfte. Die Modellvorstellungen, welche wir heute benutzen, entstammen zumeist auf der Grundlage moderner Staaten und Gesellschaften. Ihre Anwendbarkeit ist selbst für das Mittelalter fraglich.

7.3.2.4 Historische Sphäre

Der historischen Sphäre kommt im landschaftlichen Kontext große Bedeutung zu. Menschliches Handeln hat neben der räumlichen auch eine historische Dimension. Vergangenes ist nicht nur heute in der Landschaft erkennbar, sondern muss auch in früheren Zeiten eine Rolle gespielt haben.

Einzelne Handlungen oder Ereignisse können nicht punktuell und zeitlich isoliert betrachtet werden: jedes (Handlungs-)Ereignis ist real, es findet statt und ist, wie es der Begriff „stattfinden" ausdrückt, im Raum lokalisierbar. Damit ist ein Ereignis aber automatisch an Rahmenbedingungen geknüpft, welche sich aus anderen, bereits stattgefundenen Ereignissen ergeben. Zudem hat jedes Ereignis

eine räumliche und zeitliche Intensität, das heißt, jedes Ereignis wird Teil der Rahmenbedingungen von anderen Ereignissen in einem mehr oder weniger großen Raum und über eine bestimmte Zeitspanne hinweg. Die zeitliche Intensität nimmt in der Regel mit der Dauer ab, das heißt, der Einfluss auf zukünftige Ereignisse wird schwächer (vgl. Lucas 2005, 22 ff., 26). Dies bedeutet, dass jedes Ereignis von einer unbestimmten Zahl früherer Ereignisse auf unterschiedliche Weise und in unterschiedlicher Intensität beeinflusst wird.

Eine Landschaft, so wie sie sich heute präsentiert, setzt sich aus den Überresten unzähliger Ereignisse zusammen, welche aus unterschiedlichsten zeitlichen Entfernungen bis heute nachwirken und simplen, kausalen Erklärungsmodellen entgegenstehen. Erkennen können wir diese nur unter zwei Voraussetzungen: (1) Sie müssen sich etwa in Form von erodierten Hängen, verlagerten Flussläufen, der vorhandenen Vegetation, Feldern, Ortschaften, Straßen aber auch Bodendenkmälern zeigen. (2) Sie müssen sich bis heute erhalten haben.

Im Falle von archäologischen Bodendenkmälern ist dies zum Beispiel dann möglich, wenn diese ihre Funktion durch kontinuierliche Nutzung beibehalten (z. B. eine Straße). Laut J. Kunow spricht man in der Geschichtswissenschaft dann von Kontinuität, „sofern wesentliche Züge des vorangegangenen Zeitabschnitts tradiert werden; wenn hingegen dieser Beginn mit dem Untergang der bisherigen Eigenart verbunden ist, charakterisiert man dies als Diskontinuität“ (Kunow 1994, 339). Beide Begriffe sind nicht ausschließend, das bedeutet, dass Aspekte von Kontinuität und Diskontinuität zugleich in Erscheinung treten können – Kontinuität kann daher graduell abgestuft sein und sich auf eine kleinere oder größere Bandbreite an bestimmten Merkmalen beziehen (Kunow 1994, 340).

Wolfram Schier, Thomas Saile oder Martin Kuna haben sich im Rahmen von regionalen Analysen um die Kontinuitätsproblematik angenommen und versucht, diese anhand statistischer Methoden für den jeweils bearbeiteten Raum zu beschreiben (Saile 1997, 189 ff.; Kuna 1998b; Schier 1990, 162 ff.). Schier und Saile versuchen dies anhand von einer Affinitätsmatrix, in welcher die Zeilen und Spalten die untersuchten archäologischen Perioden repräsentieren. Für jede mögliche Kombination der Perioden untereinander wurde das gemeinsame Vorkommen für jede Fundstelle (innerhalb eines bestimmten Radius) gezählt, in die Matrix eingetragen und anhand des Chi-Quadrat-Tests auf deren Signifikanz überprüft. Im südlichen Maindreieck zeigte sich, dass spätbronzezeitliche Fundstellen sehr selten auf Plätzen der Mittelbronzezeit folgen, sich jedoch in deren Nähe befinden, was sich gut mit dem Konzept des Gemeinschaftsraumes deckt (vgl. Kapitel 8.3.1). Spätneolithikum fand sich kaum auf den Fundstellen der späten Eisenzeit und römischen Kaiserzeit, jedoch häufig im Umkreis von einem Kilometer dazu (Schier 1990, 165).

Martin Kuna, der bei seiner Untersuchung eines etwa 30 km² großen Gebietes bei Všetaty in Böhmen auf eine andere Datengrundlage (intensive Feldbegehung) zurückgreifen konnte, führte anhand seiner im Raster aufgesammelten Artefakte eine Hauptkomponentenanalyse mit Varimax Rotation durch. Die ersten sieben Faktoren konnten dabei 85 % der Variabilität abdecken (Kuna 1998b, 109). Darauf basierend konnte er eine statistisch signifikante Beziehung zwischen den Kulturen der Bronzezeit und der Eisenzeit (inklusive römischer Kaiserzeit) nachweisen. Neolithikum, Äneolithikum und Frühgeschichte zeigten keine Kontinuität zu Fundkonzentrationen anderer Zeitstufen. Kuna schließt daraus, dass die urgeschichtlichen Siedlungsbereiche (Gemeinschaftsräume) über lange Zeiträume hinweg existiert haben dürften (Kuna 1998b, 110). Diese Ergebnisse scheinen das Konzept der Gemeinschaftsräume von Evžen Neustupný zu stützen.

In vielen Fällen haben sich archäologische Strukturen bis heute erhalten, obwohl ihr ursprünglicher Zweck verloren gegangen ist. In solchen Fällen spricht Eugen Wirth von „Persistenz“ (Wirth 1979, 91 f.). Persistente Objekte sind als Manifestationen vergangener Handlungen Teil der Rahmenbedingungen späterer Generationen und beeinflussen deren Entscheidungen – ihre zeitliche Intensität wirkt also bis heute nach.

Es sind vor allem die Monumente, welche an die Vergangenheit erinnern. Die Symbolik kann je nach Überlieferung oft lange Zeit prinzipiell „gelesen“ werden und über Riten auch in späteren Gesellschaften noch vorhanden sein (Bradley 1998, 162). Die ursprüngliche Bedeutung kann sich dabei gewandelt haben oder verloren gegangen sein:

„Information cannot be transmitted completely accurately across the generations, and this results in the curious situation that monuments may be built to maintain the integrity of certain beliefs, yet the more durable the media that carry them the more likely it is that the projected audience will have opinions of its own“ (Bradley 2002, 85).

So können archäologisch bedeutsame Stätten, auch wenn sie ihre ursprüngliche Funktion verloren haben, heute noch eine wichtige raumwirksame Rolle spielen. Viele Regionen und Länder beziehen einen nicht unwesentlichen Teil ihres Bruttosozialprodukts aus der touristischen Vermarktung bekannter archäologischer Monumente und haben ihre Infrastruktur auf die Bewältigung der Touristenströme abgestimmt. Zudem haben archäologische Stätten politische Bedeutung und sind bisweilen identitätsstiftend: etwa



Abb. 20: Links: noch nicht archäologisch untersuchter hallstattzeitlicher Grabhügel unter dem Katharinakogel im Jauntal/Kärnten im Sommer 2005; rechts: dieselbe Stelle nach einer „Flurbereinigung" im Sommer 2007 (© Martin Fera).

die „keltischen" Höhensiedlungen Alésia, Gergovia und Bibracte in Frankreich (Dietler 1998).

Diese Monumente waren jedoch auch in der Vergangenheit sichtbar und konnten für die jeweils ansässige Bevölkerung eine Bedeutung haben (vgl. Bradley 2002, 156): Zu jeder Zeit mussten sich die Bewohner einer Landschaft dem Erbe der Vergangenheit stellen. Im Prinzip gibt es drei Möglichkeiten, mit erhalten gebliebenen Strukturen (etwa Grabhügeln, Wüstungen, Befestigungsanlagen, Flureinteilungen, Wege) zu verfahren: ignorieren, zerstören oder integrieren. Jede der drei Möglichkeiten – auch das Ignorieren – ist Ausdruck bestimmter Geisteshaltungen und Wertvorstellungen:

„The archaeological record is always dynamic, indeed, is always part of a systemic context, whether it is above or below ground. If it is visible and tangible, then human societies will always have to work out their relationship to it, even if this means choosing to ignore it" (Lucas 2005, 35).

Das Zerstören persistenter Objekte hat oft rein praktische Funktion: So ist dem heute pflügenden Landwirt – sofern er historisch und archäologisch nicht weiter interessiert ist – ein auf seinem Feld gelegener Grabhügel ein störendes Hindernis. Beispiele, wo ganze Hügelgräberfelder erst vor Kurzem aus solchen Beweggründen abgetragen wurden, gibt es leider allzu viele. Exemplarisch sei hier ein erst in jüngster Zeit zerstörter hallstattzeitlicher Grabhügel in Kärnten abgebildet (Abb. 20).

Zerstörung kann aber auch politisch motiviert sein: etwa als Werk einer neuen Elite, welche versucht, ihren Machtanspruch zu sichern, indem sie Spuren der Vergangenheit bewusst auslöscht (Ashmore, Knapp 1999a, 18). Oft bietet nur der für eine vollständige Zerstörung aufzuwendende Energieaufwand Schutz für die Erhaltung: Es ist in solchen Fällen ökonomischer, das Objekt bestehen zu lassen. Je höher der Aufwand bei der Errichtung von Monumenten, desto eher bleiben diese in der Landschaft erhalten (Wirth 1979, 99). Viele römische Strukturen bedurften zum Beispiel hoher Investitionskosten und haben deshalb zum Teil bis heute überdauert: Ein gutes Beispiel sind militärische Verteidigungslinien, mit mächtigen Kastellen, deren Grundriss noch im Stadtplan erkennbar ist (Abb. 21). Bei dem aufwendigen Straßensystem, welches zur Zeit Trajans etwa 85.000 km gut ausgebauter Straßen umfasste (Schliephake, Schenk 2005, 553) und zum Teil heute noch benutzt wird, kann man auch von Kontinuität sprechen, da sich die ursprüngliche Bestimmung als Straße nicht verändert hat. Abb. 22 zeigt ein kurzes, im Luftbild als Bewuchsmerkmal erkennbares Stück der ehemaligen römischen Straße von Carnuntum nach Bruck an der Leitha. Im weiteren Verlauf deckt es sich mit der heute noch benutzten, geradlinigen Landesstraße. Auch die Zenturiation großer Gebiete zeichnet sich oft heute noch im heutigen Flursystem ab (Gugl et al. 2008) und bildet in manchen Gebieten die Grundlage der rezenten Flureinteilung.

Eine Zerstörung kann jedoch auch zugleich Integration sein. So kann die Bedeutung von Ruinen so groß sein, dass deren Materialien für neue Bauwerke bewusst wiederverwendet werden. So wird argumentiert, dass die Benutzung römischer Spolien in Kirchen der Angelsachsen des 6. und 7. Jahrhunderts nicht mit Kosteneffizienz zu tun hatte, sondern zur Legitimierung der neuen Elite beitragen sollte:

„Far from being a cost- effective way of using existing resources, this appropriation of the Roman past was about the legitimation of Anglo-Saxon social order in status and authority and its endowment with greater meaning in history" (Evans 2003, 35 f.).

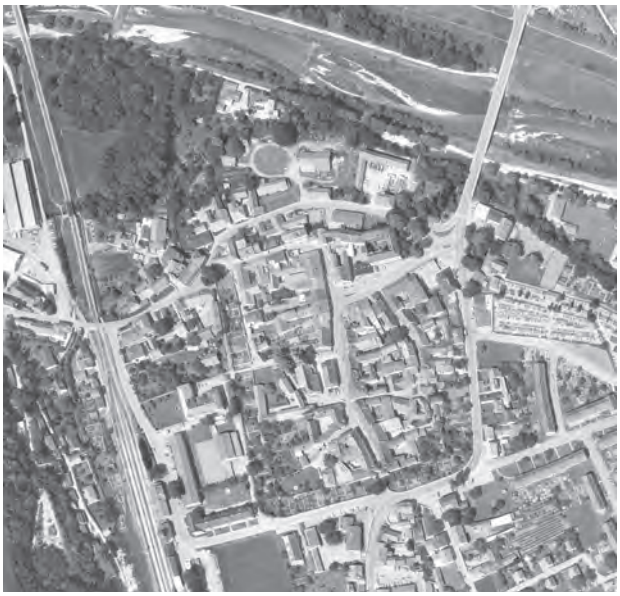


Abb. 21: Traismauer, NÖ. Das ehemalige römische Lager zeichnet sich auch heute noch deutlich im Stadtplan ab (© bmlvs/luaufklsta).

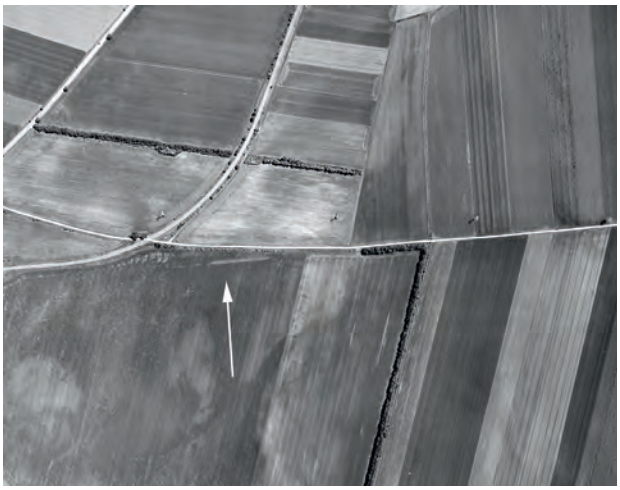


Abb. 22: Carnuntum – südlich von Petronell kann man ein Teilstück der ehemaligen römischen Trasse als Bewuchsmerkmal erkennen, bevor sie von der noch heute befahrenen Straße nach Bruck an der Leitha weiterbenutzt wird (© bmlvs/luaufklsta).

Jasmine Wagner hat aufgrund eingehender Untersuchungen von bewusst verwendeten Spolien in der Steiermark vier damit verbundene Vorstellungen herausgearbeitet (Wagner 2001, 471): (1) die bewusste Mitteilung einer dem Bauwerk / den Erbauern zugrunde liegenden historischen Tradition, (2) Bannung der den Spolien innewohnenden heidnischen Mächte durch Einbau in eine Kirche, (3) Ästhetik und (4) die Umdeutung einer vorhandenen Darstellung. Bei einer derartigen Wiederverwendung werden die Spolien meist demonstrativ zur Schau gestellt.

Auch die bereits oben erwähnte (vgl. S. 95) Platzierung von Gräbern neuer Bevölkerungsgruppen in der Nähe ehemaliger, noch sichtbarer Strukturen (z. B. Gebäudereste, Grabhügel) – wie wir es in unserem Raum zum Beispiel von den Langobarden und Awaren kennen – kann in diesem Sinn gedeutet werden. Systematische Untersuchungen dazu wurden in zwei Arbeiten publiziert, welche für Norddeutschland (Sopp 1999) bzw. Mecklenburg-Vorpommern (Holtorf 1998) eine wiederholte – aber nicht kontinuierliche – Benutzung von Megalithgräbern und Grabhügeln während der späten Bronzezeit, vorrömischen Eisenzeit und zum Teil in der Völkerwanderungszeit belegen. So sind nach Matthias Sopp knapp mehr als die Hälfte aller spätbronzezeitlichen und früheisenzeitlichen Grabhügel für Nachbestattungen genutzt worden. Auf dem bekannten frühbronzezeitlichen Grabhügel von Leubingen liegt zum Beispiel ein mittelalterlicher Friedhof mit mindestens 70 ungestörten Bestattungen (Sopp 1999, 238 f.). Noch eindrücklicher präsentiert sich die Zahl der wiederbenutzen Bestattungsplätze der vorrömischen Eisenzeit, wo nicht weniger als 70 % in späteren Zeiten ebenfalls für Bestattungen dienten – und das trotz der weitverbreiteten Sitte von Flachgräbern (Sopp 1999, 128 f.). Cornelius J. Holtdorf betont, dass Bodendenkmäler, wie z. B. die Megalithen, eine Biografie (*life-histories*) haben, während derer sie wiederholt von Gesellschaften interpretiert und in ihre Weltanschauung einbezogen wurden. Daher sind sie sichtbare Symbole vergangener Zeiten (*timemarks*) und als solche nicht auf die Periode der Errichtung und primären Nutzung beschränkt:

„The lives of prehistoric monuments keep moving on. Whatever we choose to do with megaliths simply happens to them during a phase in their lives. This is how monuments have experienced many subsequent generations of people" (Holtorf 1998, 34).

Nachfolgende Generationen reagieren auf persistente Objekte, ignorieren, verändern (z. B. Nachbestattungen in Grabhügeln aber auch Zerstörung) und re-interpretieren sie (Gaffney, van Leusen 1995, 377). So wurde (nicht nur) der Grabhügel von Großmugl, einst Bestattungsplatz einer hallstattzeitlichen Elite durch Hinzufügen eines Kreuzes zu einem weithin sichtbaren christlichen Symbol (Abb. 23).

Die Integration persistenter Objekte kann wiederum ökonomische, soziale und politische Motive haben. Wichtig erscheint, dass ein striktes archäologisches Arbeiten in Zeitscheiben dem Faktum, dass verlassene Monumente noch immer „… part of an active landscape …" sind, nicht gerecht wird (Ashmore, Knapp 1999a, 19). John C. Barrett führt dazu aus:

„The burial mounds which were constructed and embellished during the earlier part of the second millennium



Abb. 23: Großmugl – hallstattzeitlicher Grabhügel (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

BC in Britain (i.e., in the early Bronze Age) were built to contain a variety of burial deposits during that period. But they also endured to become Iron Age monuments. The difference was that during the Iron Age they received no further physical modification, but they did continue as a significant element in the Iron Age landscape and as such were presumably recognized and drawn into an understanding of that landscape. As such, the monuments were not modified by physical intervention but by the changing landscape context from whence they were viewed" (Barrett 1999, 258).

In Cranborne Chase zeigten archäologische Untersuchungen, dass die Landschaft vor allem durch große Erdwerke strukturiert worden war, welche sowohl Landnutzung als auch Platzwahl von Siedlungen in späteren Zeiten beeinflussten (Barrett et al. 1991, 1). Es geht dabei weniger um die Frage, *wie* ein bestimmtes persistentes Element in späteren Zeiten interpretiert wird (vgl. Bradley 1991, 214 ff.); wichtiger erscheint, dass es noch immer Bedeutung hat, auch wenn diese von der ursprünglichen Bestimmung abweichen sollte: „Stonehenge is not just a prehistoric monument – it is also a Roman one, a Medieval one and a contemporary one, no matter whether it has been physically intervened with or not" (Lucas 2005, 35).

Es ist daher davon auszugehen, dass in der Landschaft verbliebene persistente Spuren ehemaliger Kulturen Teil der Rahmenbedingungen späterer Generationen wurde und als solcher bei deren raumwirksamen Entscheidungen eine Rolle gespielt hat. Die archäologische Praxis, anhand der die Fundstellen eines Gebietes in Zeitscheiben getrennt voneinander dargestellt werden, scheint dieser Realität nicht gerecht zu werden.

7.4 Zusammenfassung

Die materielle, beschreibbare Struktur der Landschaft setzt sich aus den vier physischen Sphären – Atmosphäre, Lithosphäre, Hydrosphäre und Biosphäre – sowie der kulturellen Hinterlassenschaft zusammen. Diese lassen sich schwer isoliert betrachten, da sie in einer komplexen Wechselwirkung zueinanderstehen und sich gegenseitig beeinflussen. In diesem Zusammenspiel formen sie die Landschaft und geben ihr das regional so unterschiedliche Gepräge. Die Vegetation der Biosphäre und das Relief der Lithosphäre bestimmen das Erscheinungsbild einer Landschaft in direkter Weise. Klima, Böden und Hydrosphäre sind eher indirekt am Aussehen der Landschaft beteiligt, indem sie die Standortbedingungen der Biosphäre vorgeben und das Relief formen.

Die kulturelle Struktur der Landschaft entsteht aus einer Wechselwirkung zwischen der in ihr lebenden Bevölkerung und ihrer naturräumlichen Struktur. Ausgehend von der Rolle, welche die Natur bzw. die physische Struktur einer Landschaft für den Menschen spielt, konnte gezeigt werden, dass deterministische Erklärungsansätze nicht zielführend sind. Die Natur hat zweifellos eine wichtige Bedeutung für den Menschen. Sie stellt Rahmenbedingungen im Sinne von Möglichkeiten aber auch Einschränkungen für sein Denken, Entscheiden und Handeln. Letztendlich ist es aber der Mensch, welcher eine Handlungsalternative auswählt. Dabei wird er mindestens ebenso stark von den vier Sphären der Gesellschaft, welche hier in Anlehnung an die Soziologie als wirtschaftlich, sozial, politisch und historisch umschrieben wurden, beeinflusst. Gerade Gesellschaft definiert in vielen Fällen die Beziehung zur Natur (z. B. Winiwarter, Knoll 2007, 122 ff.) und gibt daher bestimmte Denkschemata vor, die das Entscheiden und Handeln des Individuums beeinflussen.

Gegenüber dem in den ökodeterministischen Erklärungen impliziten, von ökonomisch gewinnmaximierenden Zielen geleiteten Menschen, welcher als Homo oeconomicus voll informiert seine Entscheidungen trifft, wurde in dieser Arbeit dem RREEMM-Modell der Vorzug gegeben. Diesem Typus gemäß handelt der Mensch rational, indem er seine Situation, Möglichkeiten und Beschränkungen individuell bewertet und sich für die Handlungsalternative mit dem größten Nutzen entscheidet. Dieser Nutzen kann ökonomisch gewinnmaximierend sein, wie dies beim modernen Menschen häufig der Fall ist. Er kann aber auch in gesellschaftlicher Anerkennung liegen, was eine altruistische Handlungsalternative attraktiv erscheinen lässt.

Eine detaillierte Übersicht zu den raumwirksamen Faktoren menschlichen Handelns konnte die Rolle der Natur weiter präzisieren: Sie ist ein wesentlicher Faktor menschlichen räumlichen Verhaltens und spielt im Lauf der Geschichte eine bedeutende Rolle, determiniert aber nicht. Die Handlungsentscheidung obliegt letztendlich dem in seine Gesellschaft eingebundenen Menschen, der in der Regel Alternativen hat. Bedeutend dabei sind:

(1) Technisches Wissen, das je nach Ausgereiftheit den Menschen bis zu einem bestimmten Grad unabhängig von vorgegebenen Standortbedingungen und von der Dynamik physischer Struktur macht. Bodenwissen, Terrassierung, Brunnenbau, Anlage von Zisternen, Bewässerung, Entwässerung, Düngung, Züchtung, Transport und viele andere Kenntnisse waren in manchen Regionen bereits in prähistorischen Zeiten bekannt.

(2) Die gesellschaftliche Struktur: Wertvorstellungen, Bedeutungen, religiöse Einstellungen, Tabus, Gebote, von anderen Gruppen oder einem politischen Establishment auferlegte Zwänge, Territorialität, Kommunikation, der Umgang mit persistenten Objekten, etc. haben einen wesentlichen Einfluss auf das individuelle Handeln.

Unterschiedliche soziale Gruppen innerhalb der Gemeinschaften deuten die Landschaft und ihre Elemente gemäß ihren Wertvorstellungen, Traditionen oder religiösen Überzeugungen und gestalten sie entsprechend ihrer unterschiedlichen technischen Möglichkeiten. Sie nutzen die Ressourcen und errichten Siedlungen, Befestigungen, Bestattungsplätze, Felder, Wege und Straßen, Heiligtümer etc. und verändern somit bewusst die physische Struktur der Landschaft. Nur allzu oft hat dies auch unbewusste, oft unerkannte und bisweilen ungewollte Folgewirkungen, wie Erosion, die Veränderung des Mikroklimas, Verringerung der Biodiversität, um nur wenige Beispiele zu nennen. Diese sind irreversibel und wirken sich als veränderte Rahmenbedingungen wiederum auf den Menschen aus. Physische und kulturelle Struktur sind also miteinander verwoben. Es besteht eine stetige Wechselwirkung, welche dem sozio-naturalen System eine Dynamik gibt. Daher müssen Natur und Kultur in einer Landschaftsarchäologie holistisch betrachtet werden. Eine Trennung in Natur- und Kulturlandschaft birgt die Gefahr der Überbewertung eines Teilaspektes. Um jedoch diese Wechselwirkung analysieren zu können, bedarf es zunächst einer Beschreibung der einzelnen Aspekte.

8. Die Beschreibung des materiellen Aspektes der Landschaft

Die Landschaft unterliegt daher einem ständigen Wandel. Eine Beschreibung ist somit auch immer mit dem Versuch der Rekonstruktion ehemaliger Zustände der einzelnen Sphären verbunden. Die Fragestellung bedingt dabei den zu verwendenden Maßstab, der wiederum unterschiedliche Quellen und Methoden der Datengewinnung und Analyse verlangt. In der Landschaftsarchäologie soll die Beschreibung Grundlage für die Analyse unterschiedlichster räumlicher Fragestellungen sein. Diese erfolgt in den meisten Fällen durch eine kombinierte Auswertung der einzelnen Sphären und der archäologischen Relikte innerhalb eines geografischen Informationssystems (GIS) und einer darüber hinausgehenden Interpretation der Ergebnisse. Für archäologische Auswertungen müssen die Beschreibungen in einer Form vorliegen, welche sie vergleichbar macht. Es bedarf daher einer Diskretisierung, Georeferenzierung und Darstellung im geometrischen Raum, meist in Form von thematischen Karten.

8.1 Karten und GIS

Die Karten, mit denen man unter anderem in der Archäologie arbeitet, stellen absolute Lage und Distanzen bestimmter interessierender Sachverhalte von Ausschnitten der Erdoberfläche oder des Erdinneren in Form von zwei- oder dreidimensionalen Abbildungen dar. Jede Karte wird für einen bestimmten Zweck hergestellt, und stellt somit eine bestimmte, thematisch eingeschränkte Auswahl an Informationen in Form von Punkten, Linien, Flächen und Symbolen dar (Knox, Marston 2008, 763). Welche Information in die Auswahl mit aufgenommen wird, ist Teil eines subjektiven Entscheidungsprozesses, welcher je nach Kriterien, Erfahrung und Vorwissen der kartierenden Person mehr oder weniger relevant erscheint. Somit dürfen Karten nicht als gegeben hingenommen, sondern müssen von der lesenden Person interpretiert und beurteilt werden: Karten sind eine mögliche Form der Darstellung von Wissen.

Jörg Albertz hat zahlreiche Kriterien zum Unterschied von Foto und Karte gegenübergestellt (Albertz 2007, 87 ff.). In diesem Zusammenhang interessieren vor allem folgende Eigenschaften der Karte:

- Sie ist eine maßstäbliche Abbildung des Realraums.
- Was abgebildet wird, bestimmt die Fragestellung.
- Die Fragestellung bestimmt auch den Abbildungsmaßstab und damit einhergehend die Detailliertheit der Information.
- Der Inhalt ist in erster Linie les- und verstehbar, erst in zweiter Linie muss er genau abgebildet sein.
- Die Karte stellt keinen Augenblickszustand dar, sondern kompiliert Informationen unabhängig von ihrem zeitlichen Auftreten zu einem Gesamtbild.

In der Archäologie kommen Karten Anfang des 20. Jahrhunderts als Verbreitungskarten in Gebrauch und ermöglichten damit siedlungsarchäologisches Arbeiten (vgl. Kapitel 4.2). Gerade bei archäologischen Verbreitungskarten muss man sich bewusst sein, dass diese in unterschiedlichem Ausmaß lückenhaft sind. Darauf hatte bereits Hans Jürgen Eggers in den 1950er Jahren aufmerksam gemacht (Eggers 1986, 264 ff.). Die zugrunde liegenden Prozesse (vgl. Kapitel 9) seien unterschiedlich zu interpretieren und daher müsse mit jeder Karte eine Quellenkritik einhergehen:

„… daß keine Karte für sich allein betrachtet werden darf, daß man sie nur versteht und kritisch würdigen kann, wenn der Blick ständig von einer Karte zur anderen schweift, wenn man andere Karten ähnlicher Typen oder ganz verschiedener vergleicht und immer wieder auch die Fundumstände (Grab, Hort, Siedlung), das Material (Metall, Keramik) und den Forschungsstand berücksichtigt“ (Eggers 1986, 284).

Karten „frieren“ (oder sammeln) strukturelle Ergebnisse dynamischer Prozesse in ein statisches, zweidimensionales Abbild ein. Dieses hat historische Tiefe, d. h. sie ist keine Momentaufnahme eines vergangenen Zeitpunktes, sondern eine kumulative Zusammenstellung von Hinterlassenschaf-

ten innerhalb eines mehr oder weniger deutlich abgrenzbaren Zeitraumes. Zudem können Raum, Lage und Distanz in ihren absoluten Kategorien dargestellt werden.

Auf einer analogen, statischen Karte lassen sich Beobachtungen nur begrenzt abbilden. Meist sind es in absolute Lage- und Distanzangaben transformierte Muster und Ereignisse. Kognitive Aspekte oder ein sich in Bewegung befindendes subjektives Zentrum, wie es in phänomenologischen Analysen vorausgesetzt wird, lassen sich damit praktisch nicht realisieren. Dies ist mit ein Grund für die ablehnende Haltung vieler Postprozessualisten gegenüber Karten.

Karten sind sozusagen analoge Datenbanken. Sie enthalten nicht nur Daten über die Lokalisierung der kartierten Einheiten (je nach Thema z. B. Topografie, Bewuchs, Böden, etc.), sondern geben auch Auskunft über komplexe räumliche Zusammenhänge. Eine grundsätzliche Fragestellung der Kartografie ist die Frage, wie man eine maximale Menge an Information in eine Karte bringt, ohne sie unlesbar zu machen oder einen zu großen Maßstab wählen zu müssen.

Ein häufig beobachteter Fehler ist die Verwendung von für den Zweck nicht angemessenen Kartengrundlagen. Ein zu kleiner oder zu großer Maßstab aber auch fehlende Inhalte (etwa Topografie, Gewässernetz) erschweren eine quellenkritische Interpretation und sind für bestimmte Aussagen nicht sinnvoll einsetzbar. Um ein Beispiel zu nennen, machen Standort- oder Umfeldanalysen auf Kartengrundlagen im Maßstab von 1:500.000 wenig Sinn – die Aussagen erscheinen unglaubwürdig bis unmöglich. Das Maßstabs-Problem wird vor allem durch die vermehrte Nutzung von GIS immer häufiger evident (siehe auch Lock, Harris 2000, xix; Lock, Molyneaux 2006).

Daneben ist es bei der Benutzung herkömmlicher Karten schwierig, komplexe Fragen ohne großen Aufwand zu untersuchen. Selbst verhältnismäßig einfache Fragestellungen, wie etwa die mittlere Distanz von Siedlungen einer bestimmten Zeitstufe vom nächsten Fließgewässer und der dabei zu überwindende Höhenunterschied, lassen sich bei umfangreichen Datenbeständen nur mit unverhältnismäßiger Mühe beantworten.

Eine reine Kartierung der erfassten Fundstellen ist im Sinne der Siedlungs- und Landschaftsarchäologie nicht befriedigend. Im Rahmen der prozessualen Archäologie hatten sich bereits in den 1970er Jahren zahlreiche Forscher mit der räumlichen Analyse archäologischer Daten auseinandergesetzt. Ian Hodder und Clive Orton (Hodder, Orton 1976, 2–9) begründen die Notwendigkeit statistischer räumlicher Analysen vor allem mit der in der konventionellen Auswertung von Verbreitungskarten inhärenten Subjektivität: Selbst in zufälligen Verteilungen lassen sich Muster „erkennen“, die jedoch einem statistischen Test nicht standhalten können. Weiters lassen sich die Datenmengen, die einer Verbreitungskarte zugrunde liegen, in vielen Fällen nur durch entsprechende Analyseverfahren bewältigen. Aber selbst im gegenteiligen Fall, d. h. wenn sich bei freier Betrachtung einer Verbreitung kaum Strukturen zeigen, sind statistische Verfahren im Vorteil (Neustupný 1995, 138).

Frühe Anwendungen archäologischer Raumanalysen waren mit der Tatsache konfrontiert, dass statistische Berechnungen – etwa von Verteilungsmustern – per Hand mühsame, oft fehleranfällige Unterfangen waren. Erst durch die Verwendung von Computern und etwas später die Einführung von geografischen Informationssystemen (GIS) in die Archäologie konnten sich die Verfahren auf breiterer Basis durchsetzen.

Die Entwicklung von GIS seit den 1960ern war laut dem Committee of Enquiry so wichtig, wie „the invention of the microscope and the telescope were to science, the computer to economics and the printing press to information dissemination. It is the biggest step forward in the handling of geographic information since the invention of the map” (DoE 1987, 8) – zitiert nach (Harris, Lock 1990, 43). GIS-Anwendungen finden in den frühen 1980er Jahren Eingang in die Archäologie (Kvamme 1995, 1). Die Arbeit von Vincent Gaffney und Zoran Stančič erfüllte den wichtigen Zweck, GIS in der archäologischen Welt bekannt zu machen (Gaffney, Stančič 1991). Zudem wurden bis in die Mitte der 1990er Jahre drei wichtige Sammelbände herausgegeben, welche sich für die Verbreitung von GIS und seinen Anwendungen in der Archäologie mitverantwortlich zeichnen (Allen et al. 1990a; Lock, Stančič 1995; Aldenderfer, Maschner 1996). Ab der Mitte der 1990er Jahre kam es zu einem rasanten Anstieg der Nutzung von GIS in der Archäologie, wobei die Qualität der Anwendungen höchst unterschiedlich war und auch heute noch ist. Zuletzt haben David Wheatley und Mark Gillings sowie James Conolly und Mark Lake zusammenfassende Überblicke über Konzepte, Methoden und Möglichkeiten von GIS in der Archäologie publiziert (Wheatley, Gillings 2002; Conolly, Lake 2006). Die Anwendung geografischer Informationssysteme ist in der Archäologie des 21. Jahrhunderts aus dem Methodenspektrum nicht mehr wegzudenken und bezieht sich auf verschiedenste Anwendungsbereiche (zusammenfassend Conolly, Lake 2006).

Ein typisches GIS, wie es mittlerweile von vielen Archäologen benutzt wird, besteht aus einer unterschiedlich komplexen Software, einer räumlichen Datenbank sowie anderen Formen geografisch referenzierter Information. Es kombiniert also Karten und Daten. Die räumliche Da-

tenbank ist dabei die Schnittstelle, welche neben den traditionellen Attributen auch die Position des entsprechenden Datensatzes verwaltet. Hauptzweck eines GIS ist es nun, die vom Anwender eingegebene Information (etwa archäologische Fundstellen) in der räumlichen Datenbank zu speichern, sie anhand anderer geografischer Informationen (etwa digitaler Geländemodelle, digitalisierter geologischer, pedologischer oder historischer Karten) weiter zu verarbeiten (indem etwa aus einem digitalen Geländemodell die Anzahl der Sonnenstunden berechnet, oder Raum und Distanz in Aufwand und Energie umgerechnet werden können), zu analysieren (z. B. statistische Tests) und zu präsentieren (Ergebnisse in einer neuen Karte kompilieren).

GIS ist also ein Werkzeug zum Speichern, Managen, Verändern, Analysieren und Darstellen von räumlichen Informationen. GIS wird in der Archäologie bisweilen als zu objektiv, ökodeterministisch oder ohne theoretische Grundlage seiend kritisiert. In vielen GIS-Anwendungen fehlt der Aspekt der Datenbearbeitung (*data manipulation*), obwohl gerade dies einen der wichtigsten Aspekte für die archäologische Analyse darstellt. Denn GIS bietet die Möglichkeit, "… to manipulate space in a manner which is both innovative and productive …" (Exon et al. 2000, 13). Das ist jedoch nur möglich, wenn die Daten eine entsprechende Genauigkeit der Georeferenzierung aufweisen. Speziell bei archäologischen Projekten, die zum Großteil auf alt publizierte Fundstellen angewiesen sind, stellt dies ein latentes Problem dar.

Des Weiteren sind Daten nicht einfach vorhanden – sie entstammen Beobachtungen, welche zu einem bestimmten Zweck gemacht wurden (Lock, Harris 2000, xvii). Umweltbezogene Daten sind messbar aber die Messung bedarf selbst im Fall der Topografie einer Interpretation. Dies haben vor allem die in letzter Zeit stark verbreiteten Anwendungen von flugzeuggetragenem Laser-Scanning gezeigt, in welchen in Abhängigkeit von zahlreichen Parametern und Filterprozessen durchaus unterschiedliche Geländemodelle hergestellt werden, welche zwar prinzipiell korrekt sind, aber für bestimmte Zwecke (Topografie, Archäologie, Forstwirtschaft) optimiert wurden.

Kulturelle oder soziologische Daten sind noch viel schwieriger zu ermitteln und oftmals fällt die Integration in ein GIS nicht gerade leicht. Manche Faktoren, die im Rahmen von Landschaftsanalysen als relevant angesehen werden (etwa die Wahrnehmung einer Landschaft) lassen sich von GIS-Analysen nicht oder nur auf Umwegen erfassen (Lock, Harris 2000, xvii). Dennoch gibt es in letzter Zeit vermehrt Versuche, gerade solche Kriterien in GIS-Analysen zu integrieren (z. B. Llobera 2001). Abgesehen von der Datenauswahl und –Repräsentation betont Neustupný, dass Synthese und Interpretation der im GIS berechneten Modelle und die Evaluierung der archäologischen Befunde in Bezug auf diese Modelle über eine GIS-Analyse hinaus stattfinden müssen (Neustupný 1995, 139).

Andere Schwierigkeiten, die jedoch nicht nur für GIS gelten, sondern jede Form der archäologischen Interpretation von Landschaften oder Siedlungsmustern betreffen, ergeben sich aus ihrem ständigen Wandel. Ausgangspunkt für sämtliche Analysen ist unsere heutige Landschaft. Inwieweit diese auf die Vergangenheit übertragbar ist, muss von Fall zu Fall geklärt werden. Zwar lassen sich dabei manche Parameter der Veränderung abschätzen (etwa Erosionsraten, Bewuchs, usw.), eine gewisse Unsicherheit wird jedoch immer vorhanden sein. In der Folge wird dargestellt, in welcher Form die einzelnen Komponenten materieller Struktur in Form von thematischen Karten dargestellt und beschrieben werden können.

8.2 Beschreibung der physischen Struktur

8.2.1 Relief

Bei der Beschreibung der physischen Struktur der Landschaft kommt dem Relief wohl die größte Bedeutung zu. Einerseits wird vielfach argumentiert, dass seine heutige Ausformung weitgehend auf vergangene Zeiten übertragbar ist. Andererseits prägt es die Landschaft, hat großen Einfluss auf die physisch-reale und gefühlte Distanz zwischen zwei Orten und ist dadurch mitbestimmend für das räumliche Verhalten des Menschen. Darüber hinaus lassen sich von einem Geländemodell zahlreiche weitere Modelle ableiten, welche in räumlichen archäologischen Analysen Bedeutung haben.

Die Geomorphografie beschäftigt sich mit der Erfassung und Beschreibung des Oberflächenreliefs. Im Gegensatz zu Klima und Boden lässt sich die Oberfläche verhältnismäßig einfach beobachten und vermessen. Bis vor Kurzem standen für die Vermessung des Reliefs zwei prinzipielle Methoden zur Verfügung: die tachymetrische Aufnahme und die fotogrammetrische Vermessung. Vor wenigen Jahren wurden diese Methoden durch das flugzeuggetragene Laser-Scanning (*airborne laserscanning* – ALS) erweitert (vgl. Kapitel 10.5). Da Geländemodelle und ihre Ableitungen heute bereits standardmäßig im Rahmen von landschaftsarchäologischen Analysen mit einbezogen werden, soll an dieser Stelle auf die im Zusammenhang mit der Aufnahme auftretenden Fragen kurz eingegangen werden.

8.2.1.1 Vermessung des Reliefs

Bei der Aufnahme muss man zwischen *Präzision* und *Genauigkeit* unterscheiden. Die Genauigkeit ist das Maß

für die Übereinstimmung zwischen den im Rahmen der Aufnahme bestimmten und mittels einer anderen Messmethode unabhängig ermittelten Koordinaten von Punkten auf der Erdoberfläche. Sie ist in erster Linie abhängig von der verwendeten Methode, dem Vermessungsgerät und der Definitionsunsicherheit des Objektes (d. h. eine weiche, sich leicht verändernde Oberfläche, wie eine Sanddüne hat eine größere Unsicherheit als ein kantiger Felsblock). Die Präzision gibt an, wie detailliert die Geländeunebenheiten durch die Vermessung nachgezeichnet werden. Je präziser eine Geländeaufnahme stattfindet, desto zeitaufwendiger wird sie. Abgesehen von der Aufnahmetechnik selbst macht Ken Kvamme auch auf das Problem der Datenqualität und der in GIS-Programmen verwendeten Algorithmen aufmerksam, mit deren Hilfe die Daten in digitale Geländemodelle gerechnet, oder mit denen aus den Geländemodellen Faktoren wie Hangneigung, Exposition etc. abgeleitet werden (Kvamme 1990). Eine Einführung in die Thematik der digitalen Geländemodellierung findet sich bei Jon B. Hageman und David A. Bennett (Hageman, Bennett 2000).

Die *tachymetrische Aufnahme* findet vor Ort statt. Heute verwendet man dabei zumeist eine Totalstation, welche die Distanzen zu den ausgewählten Oberflächenpunkten entweder über einen dort aufgestellten Reflektor oder aber direkt am Objekt reflektorlos elektronisch messen kann. Je nach Geländebeschaffenheit (ebenes oder unebenes Gelände, Dichte der Vegetation, Zugänglichkeit etc.) kann dies ein sehr zeitaufwendiges Unterfangen sein. Normalerweise versucht man deshalb je nach geforderter Präzision, ein Gelände mit möglichst wenig zu vermessenden Punkten aufzunehmen. Die Lage der einzelnen Punkte und deren Abstand zueinander werden dabei so gewählt, dass das Gelände zwischen den jeweils benachbarten Punkten eben ist oder linear ansteigt. Bei ebenem Gelände kommt man bereits mit einer relativ geringen Anzahl an vermessenen Punkten zu einer guten Modellierung der Geländeoberfläche. Hat man zahlreiche mikrotopografische Strukturen, so muss man entweder Abstriche bei der Präzision machen oder eine große Anzahl von Punkten messen und damit einen großen Aufwand in Kauf nehmen.

Neben Oberflächenpunkten können auch sogenannte Bruchlinien vermessen werden. Diese begrenzen Bereiche, an denen das Gelände mehr oder weniger stark bricht, etwa an einer Terrassenkante. Der Vorteil in der Verwendung von Bruchlinien liegt darin, dass man eine Geländekante durch relativ wenige vor Ort vermessene Punkte präzise nachmodellieren kann. Mit Formlinien kann man lineare, stärker gekrümmte Oberflächen, wie z. B. einen Wall nachmodellieren. Die meisten modernen Softwarepakete zur Berechnung von Geländemodellen können Bruch- und Formlinien in die Geländemodellierung integrieren.

Bei der *fotogrammetrischen Vermessung* wird die Geländeoberfläche in aller Regel aus einem Stereobildpaar heraus analytisch oder digital gemessen. Der Vorteil liegt in der höheren Geschwindigkeit, mit der die einzelnen Punkte sowie Bruch- bzw. Formlinien aufgenommen werden können. Bei der analytischen oder digitalen stereofotogrammetrischen Auswertung ist die Genauigkeit in erster Linie vom verwendeten Bildmaßstab, der Genauigkeit und Verteilung der Passpunkte und der Beschaffenheit der Geländeoberfläche abhängig. Bei Bildmaßstäben von etwa 1:10.000, die in unserem Arbeitsbereich üblich sind (Doneus 1995), beträgt die Lagegenauigkeit für eine Hausecke etwa ± 12 cm, die Genauigkeit der Höhe ergibt etwa ± 14 cm (Kraus 2004, 355 f.).

Je nach Auswertungssoftware lässt sich ein Relief mittels eines Rasters mit zuvor definiertem Punktabstand (meist zwischen 10 und 30 m) nachmodellieren. Die Punktweite des Rasters muss sich nach den kleinsten noch zu erfassenden Unebenheiten des jeweiligen Reliefs orientieren. Sein Nachteil ist, dass man durch die vorgegebene Rasterweite in den nicht stark bewegten Geländeabschnitten viele redundante Punkte misst. Eine andere Möglichkeit ist das Messen einer irregulär verteilten Punktwolke, wobei die Lage der einzelnen Punkte dem Gelände angepasst und durch den Operator selbst bestimmt wird. Egal ob Raster oder irregulär verteilte Punktwolke, in beiden Fällen lassen sich auch Bruch- und Formlinien messen. Bei der digitalen Fotogrammmetrie kann man – unter Zuhilfenahme entsprechender Software – Geländemodelle automatisch generieren. Dies funktioniert über Korrelationsalgorithmen, welche anhand von Mustererkennung selbsttätig korrespondierende Bildpunkte aus zwei Luftbildern suchen und aus den zuvor bestimmten Orientierungsparametern die entsprechende dreidimensionale Koordinate errechnen (Kraus 2004, 361 ff.).

In der Regel lassen sich durch die fotogrammetrische Methode in kürzerer Zeit dichtere und daher präzisere Geländemodelle messen. Ein geübter Operator schafft es, im Schnitt etwa alle drei Sekunden einen Punkt zu setzen. Man ist jedoch nicht vor Ort und kann nur jene Ausprägungen des Reliefs messen, welche man in den Luftbildern auch deutlich erkennen kann. Abb. 24 zeigt eine aus Luftbildern gemessene irreguläre Punktwolke, welche den Göttweiger Berg in Niederösterreich modelliert. Zur Steigerung der Präzision wurden die 15.000 Punktdaten durch Bruchlinien, entlang derer 8.000 Linienpunkte gemessen worden waren, ergänzt.

Für die archäologische Kulturlandschaftsforschung sind vor allem Waldgebiete interessant, da sich durch die

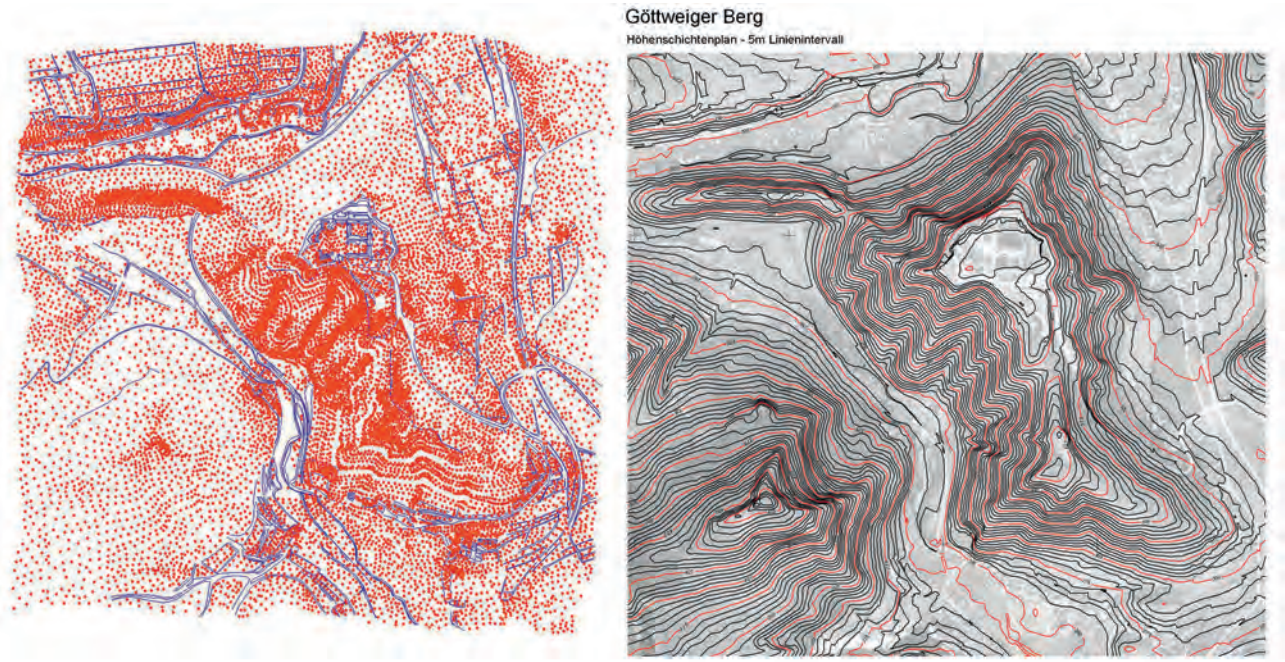


Abb. 24: Göttweiger Berg, NÖ. Auf fotogrammetrischem Weg vermessene Punkte und Bruchlinien des Geländemodells und davon abgeleiteter Höhenschichtenplan (© Michael Doneus).

auf Erosion stabilisierende Wirkung der zum Teil dichten Vegetation zahlreiche kulturell geprägte Strukturen im Mikrorelief erhalten können. In den bewaldeten Gebieten stoßen jedoch beide Vermessungsmethoden an ihre Grenzen. Stark verflachte Ausprägungen des Reliefs sind im dichten Unterholz aus der Luft praktisch unsichtbar und auch vom Boden aus, wenn überhaupt, nur durch ein über einen langen Zeitraum geschultes Auge erfassbar.

Mithilfe des *flugzeuggetragenen Laser-Scannings* lässt sich die Topografie der Erdoberfläche in kurzer Zeit genau und mit hoher Präzision vermessen: In Abhängigkeit vom benutzten Gerät können typischerweise pro Sekunde zwischen 30.000 und 400.000 Messungen vorgenommen werden. Dies garantiert eine sehr hohe Dichte an gemessenen Geländepunkten (oft mehrere Punkte pro Quadratmeter), aus der in der Folge ein detailliertes Geländemodell bestimmt werden kann. Da das vom Scanner ausgesendete Licht des Lasers in der vegetationslosen Periode selbst durch Wald mit Unterholz bis zum Boden vordringen kann, eignet sich die Methode hervorragend, selbst von dichter Vegetation bedeckte Geländeoberflächen detailliert zu erfassen (vgl. Kapitel 10.5).

In der Regel wird die Wahl der verwendeten Methode je nach Fragestellung und damit zusammenhängend nach gewünschter Präzision und der Größe des zu vermessenden Geländes ausfallen. Für Mikro-Maßstäbe eignen sich vor allem terrestrische Vermessung und ALS, während man Gelände in der Größe von Meso-Maßstäben vor allem über ALS oder Stereofotogrammetrie vermessen wird. Für Makro- und Mega-Maßstäbe empfiehlt es sich, auf andere Daten zurückzugreifen, da Fragestellungen, welche sich auf diese Maßstäbe beziehen, nicht auf hohe Genauigkeit und Präzision der Aufnahmen des Geländereliefs angewiesen sind.

Eine Möglichkeit für die Darstellung des Reliefs in diesen großen Maßstäben ist die Verwendung der SRTM-Daten. Laut offizieller Webseite (http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/ <September 2012>) wurde im Rahmen der elftägigen „Shuttle Radar Topography Mission" unter der Leitung von NGA (National Geospatial-Intelligence Agency) und NASA im Februar 2000 fast die gesamte Erdoberfläche (80 %) mit Hilfe von zwei Radarantennen von einem Space Shuttle aus abgetastet. Ziel war es, ein globales, hochauflösendes digitales Geländemodell herzustellen. Die Daten werden mit einer reduzierten Auflösung von etwa 90 m gratis vom US Geological Survey's EROS Data Center im ArcGRID-Format und als TIF-Bilder zur Verfügung gestellt (http://srtm.usgs.gov/index.html <September 2012>). Daraus lassen sich unter Verwendung von GIS-Programmen z. B. Grundlagenkarten für Verbreitungen herstellen (Abb. 25). Für detailliertere Berechnungen reicht ihre Genauigkeit jedoch nicht aus.

8.2.1.2 Das Relief und seine Ableitungen

Die Eigenschaften für die Beschreibung der Form des Reliefs lassen sich alle von einem Geländemodell ableiten. Zu den wichtigsten zählen Wölbung (Kurvatur), Neigung und Exposition. Unter *Wölbung* versteht man die konvexe oder konkave Krümmung des Geländeelements. Die *Nei-*

gung (Abb. 26) zeigt die Steilheit des Geländeabschnittes, also das Verhältnis zwischen Höhenunterschied und zurückgelegter Distanz. Trigonometrisch entspricht dieses Verhältnis dem Tangens des Steigungswinkels. Die Hangneigung kann aber auch in Prozent angegeben werden, wobei eine Steigung von 100 m auf einer Distanz von 100m einer Hangneigung von 100 % entspricht (oder einem Neigungswinkel von 45°) (Petrahn 1999).

Die Formel für die Hangneigung (α) in Grad lautet:

$$\tan \alpha\,(°) = \frac{Höhenunterschied}{Distanz}$$

Für die Hangneigung in Prozent:

$$\alpha\,(\%) = \frac{Höhenunterschied}{Distanz} \times 100$$

Die *Exposition* gibt an, in welche Richtung ein bestimmtes Gefälle ausgerichtet ist (Abb. 27). Auch sie lässt sich aus einem Geländemodell ableiten.

Weitere Faktoren, die bei der Beschreibung des Reliefs Verwendung finden, sind die *Reliefenergie* (Posluschny 2001, 19; Schier 1992, 117) und die *„topografische Promi-*

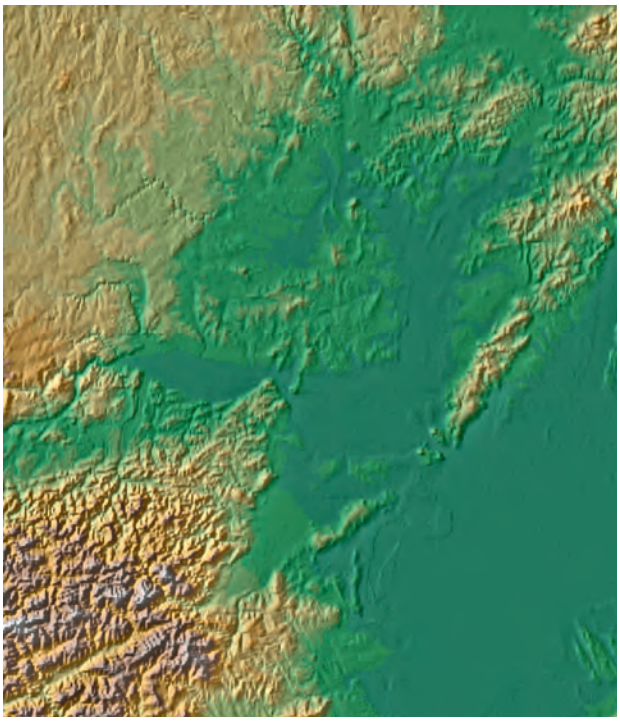


Abb. 25: Reliefkarte von Ostösterreich, hergestellt aus SRTM-Daten (Grafik: Michael Doneus).

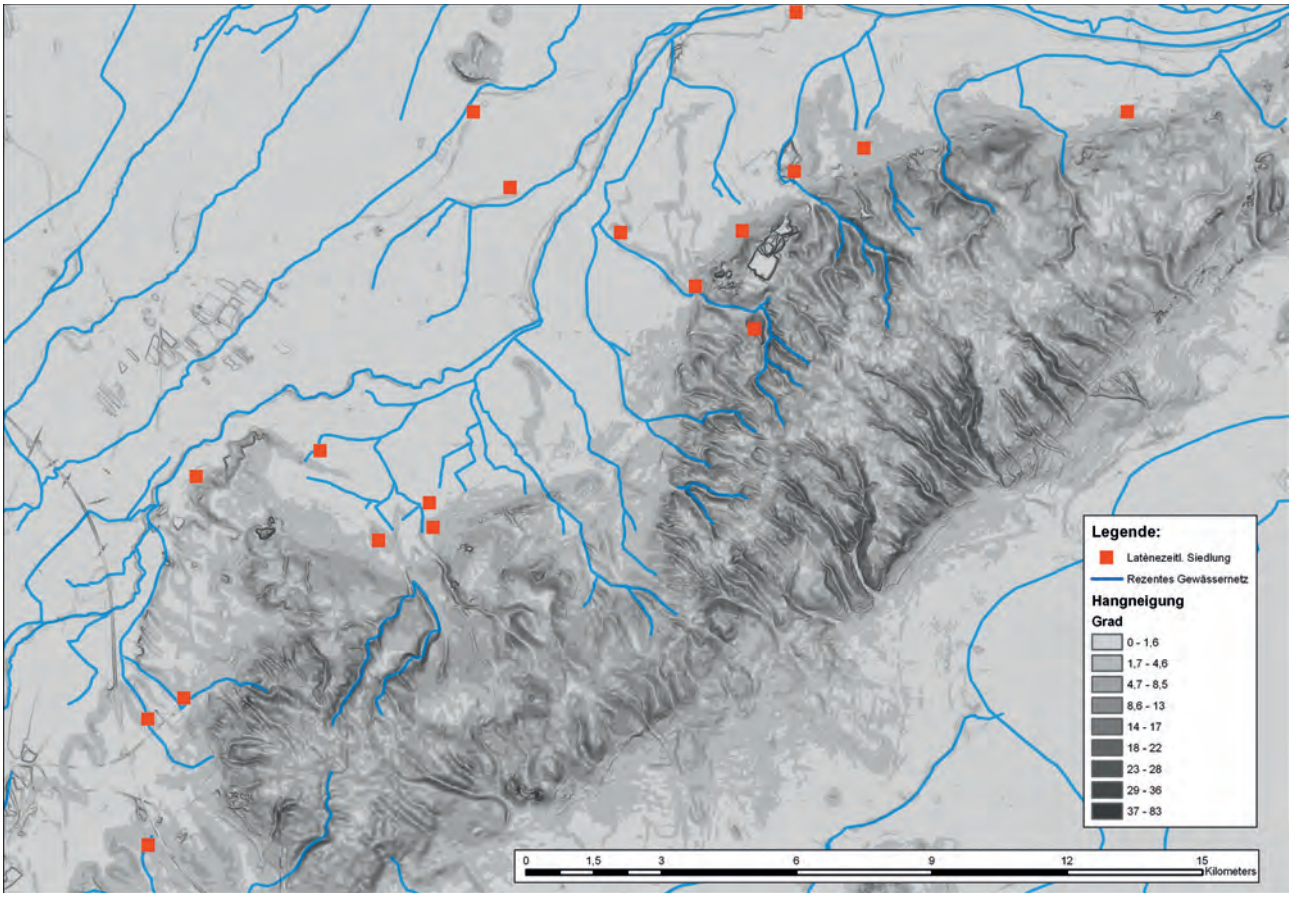


Abb. 26: Leithagebiet, NÖ. Von einem DGM mit 10 m Auflösung abgeleitete Hangneigungskarte (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

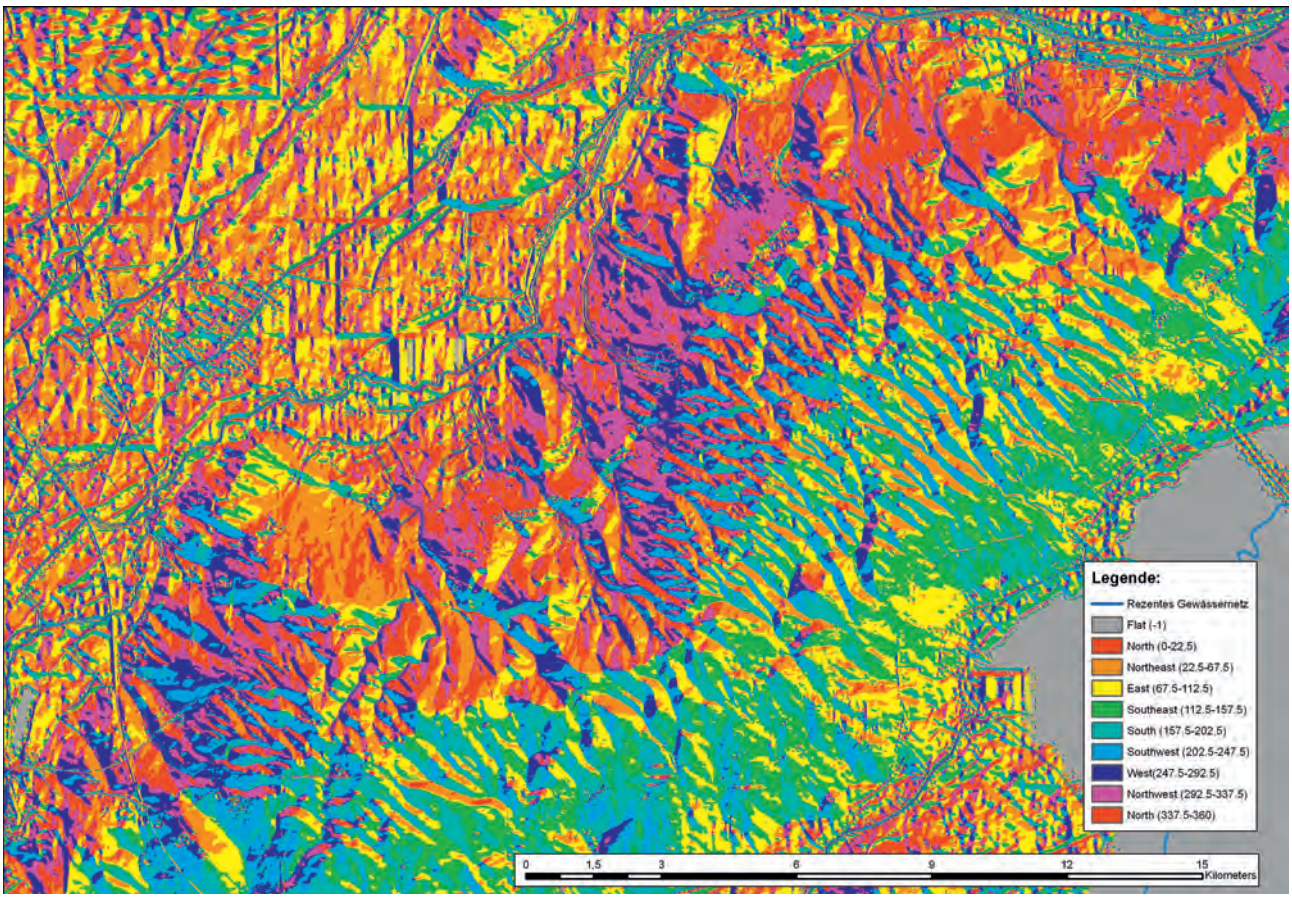


Abb. 27: Leithagebiet, NÖ. Von einem DGM mit 10 m Auflösung abgeleitete Kartierung der Exposition (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

nenz" (Llobera 1996). Die Reliefenergie (im Englischen mit dem Begriff *relief* bezeichnet) wird durch den maximalen Höhenunterschied innerhalb eines zu wählenden Kreises oder Quadrats definiert und zeigt die Stärke der vertikalen Gliederung eines Geländes. Sie bestimmt somit die relative Rauigkeit eines Geländes. Sie wird in Meter pro Flächeneinheit ausgedrückt. In der Geomorphologie ist oft 1 km² die Grundeinheit, wobei man je nach Reliefenergie von Flachrelief (0–10 m), Hügelrelief (11–100 m) und Bergrelief (über 100 m) spricht (Saile 2001, 96). Ist man, wie z. B. in der Archäologie an der kleinräumigen Rauigkeit der Geländeoberfläche interessiert, so kann man auch kleinere Flächengrößen anwenden, etwa 500 m (Ejstrud 2003, 121; Kvamme 1985) oder 125 m Seitenlänge (Posluschny 2001, 19).

Die topografische Prominenz eines Punktes wird nach M. Llobera als der Prozentsatz des Geländes definiert, der innerhalb eines bestimmten Radius unterhalb des gegebenen Punktes liegt (Llobera 1996). Punkte auf einer lokalen Anhöhe haben somit eine hohe topografische Prominenz (annähernd 100 %), während die Prominenz von Punkten am Boden von Vertiefungen gegen 0 % geht. Durch die Festlegung des Radius auf eine kleine Größe (in unserem Fall 30 m) und Berechnung der topografischen Prominenz für einen Raster von Punkten kann man somit lokale Erhebungen und Vertiefungen in Form einer Karte darstellen.

Aus dem Geländemodell lässt sich auch die *Sonneneinstrahlung* berechnen. Es gibt unterschiedliche Berechnungen, welche in den meisten gängigen GIS-Systemen zumindest als Erweiterungen implementiert sind. Eine davon ist das Modul *r.sun* von GRASS GIS (siehe *http://grass.fbk.eu/gdp/html_grass62/r.sun.html* <September 2012>), welches als Open Source Modul konzipiert ist. Es berechnet unter Berücksichtigung von Abschattungen für jeden beliebigen Tag Einstrahlungsmenge (W/m²) und Sonnenstunden (Abb. 28).

Diese vom Geländemodell ableitbaren Eigenschaften lassen sich auch kombinieren und je nach Maßstabsebene als bestimmte Geländeformen klassifizieren. So unterscheidet zum Beispiel Wolfram Schier in der Mikroebene folgende horizontale Formen: Kuppe (nach allen Richtungen abfallend), Rücken (in zwei gegensätzliche Richtungen abfallend), Riedel (in Längsrichtung flach, an den Flanken

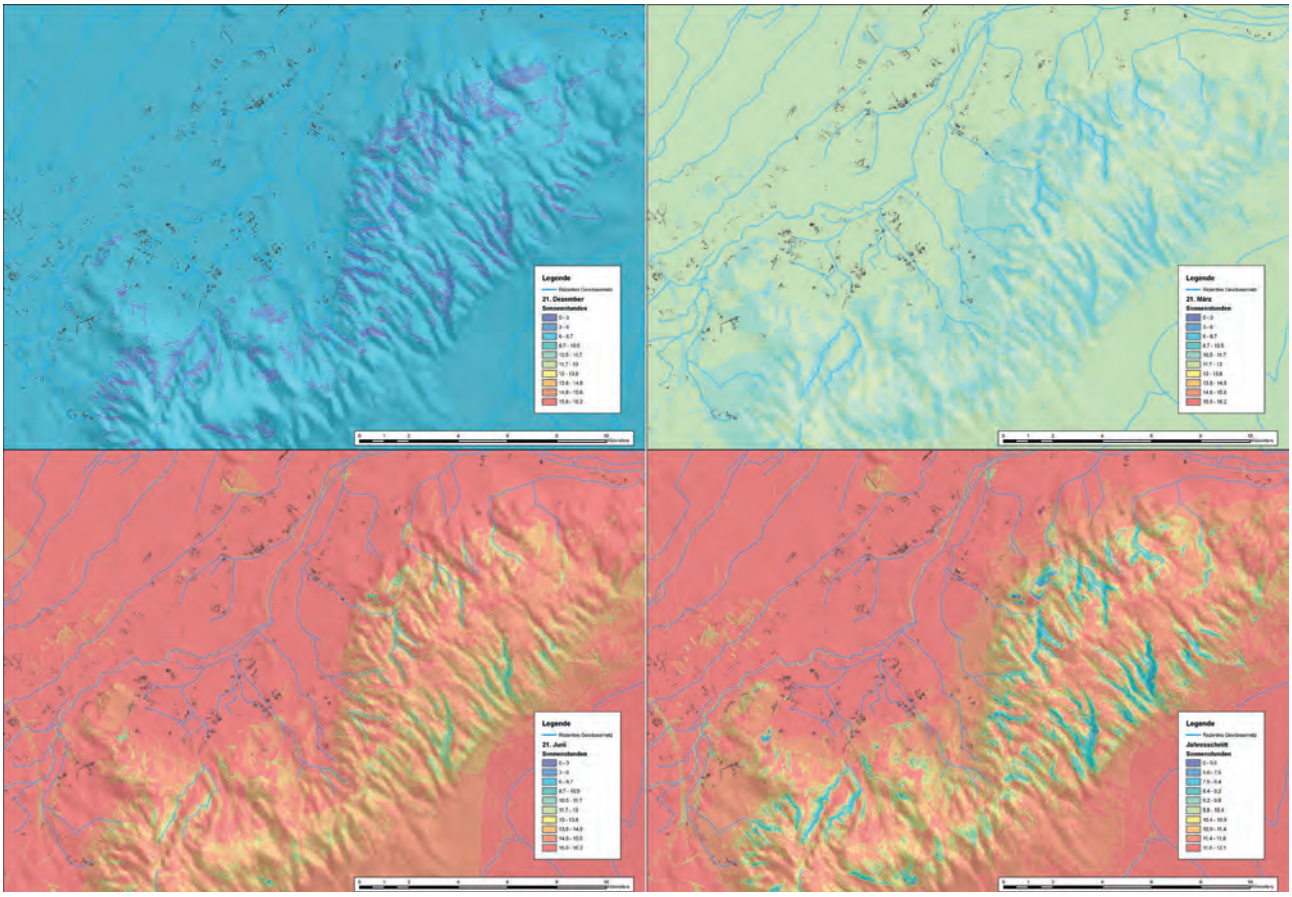


Abb. 28: Leithagebiet, NÖ. Auf Basis eines DGM mit 10 m Auflösung berechnete Karten der Sonneneinstrahlung: 21. Dezember (links oben), 21. März (rechts oben), 21. Juni (links unten), Jahresdurchschnitt (rechts unten) (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

steiler abfallend), Riedelsporn (schmaler ausgeprägt), Sporn (Geländevorsprung), Sattelfläche, Delle (längliche flache Vertiefung, meist Talanfang), Mulde (u- bis omegaförmige flache Vertiefung) oder Hangfurche (Schier 1990, 87). Alle diese Formen werden durch mehr oder weniger steile Hänge gebildet, die den größten Teil der Geländeoberfläche ausmachen. Die Hangprofile selbst können gerade, konvex oder konkav sein, beziehungsweise aus einer Kombination dieser drei Formen bestehen. Besonders häufig ist zum Beispiel das „sigmoide", d. h. vom Scheitel bis zum Hangfuß konvex-konkave Hangprofil (Ahnert 1996, 165). Im Bereich des Meso-Maßstabs unterscheidet Schier (er selbst verwendet den Begriff „Makroebene") unter anderem Haupt- und Nebentalbezüge: Entfernung vom Haupttal, Abschnitt (Oberlauf, Mittellauf) und Art (Tal, Tälchen, Klinge) des Nebentales (Schier 1990, 89).

8.2.1.3 Übertragbarkeit des Faktors Relief

Das Relief gilt als relativ stabil. Daher wird allgemein davon ausgegangen, dass man das heutige Relief durchaus als Ausgangspunkt für Analysen vergangener Situationen nehmen kann. Anhand der Thermopylen, berühmter Schauplatz einer Schlacht zwischen Griechen und Persern im Jahr 480 v. Chr., zeichnen Keith Wilkinson et al. jedoch ein anderes Bild, in welchem sich die Topografie eines Ortes mitunter dramatisch verändern kann (Wilkinson et al. 2003, 48 f.). Aufgrund von Verlandung durch den Fluss Sperchios ist die Küste heute 5 km weiter entfernt als zum Zeitpunkt der Schlacht. Das Schlachtfeld selbst dürfte unter einer bis auf 20 m geschätzten alluvialen Aufschüttungen liegen. Solche drastischen Veränderungen des Reliefs sind im mediterranen Raum sicherlich keine Seltenheit (z. B. Ephesos oder Troja – vgl. auch French 2003, 22).

Für Mittel- und Nordeuropa erwähnt Herbert Jankuhn vier hauptsächliche Veränderungen des Reliefs: Meeresspiegelschwankungen, Veränderungen der Marschen, Dünenbildung und Auenlehmbildung in den Flusstälern (Jankuhn 1977, 42 ff.). Für unseren Arbeitsraum im Osten Österreichs sind in Abhängigkeit von der Vegetation vor allem die Auenlehmbildung und die im Bereich des Lösses mitunter stärkeren Erosionsprozesse relevant. An dieser Stelle sei nochmals an Renate Gerlach verwiesen (vgl. S. 59),

die in Lössgebieten mit Kolluvien von mehreren Metern Mächtigkeit rechnet (Gerlach 2003, 90). Dies hat einerseits Auswirkungen auf die Auffindung von Fundstellen, die stellenweise in den unteren Hangbereichen und Flussauen tief begraben liegen und bei Begehungen, einer luftbildarchäologischen Prospektion und unter Umständen selbst bei einer geophysikalischen Prospektion sich der Entdeckung entziehen. Andererseits werden Faktoren wie Hangneigung oder Sichtbarkeit von solchen Reliefveränderungen beeinflusst.

Vor allem in den Gebieten mit einer langen ackerbaulichen Tradition haben Devegetation und die damit verstärkt einhergehende Erosion ausgleichend auf die Reliefunterschiede gewirkt. Dies kann man anhand eines Vergleiches von Geländemodellen benachbarter Bereiche mit unterschiedlicher Vegetation sehr gut demonstrieren. Im Zuge eines Projektes wurde der etwa 200 km² große bewaldete Bereich des Leithagebirges mittels flugzeuggetragenem Laser-Scanning mit hoher Auflösung vermessen. Das aus den Daten abgeleitete, von Vegetation befreite digitale Geländemodell zeigt eine stark gegliederte Oberfläche mit tief eingeschnittenen Bächen. Die Oberfläche des landwirtschaftlich genutzten Bereiches außerhalb mutet aufgrund der über Jahrhunderte andauernden Prozesse von Erosion und Akkumulation viel sanfter an. Am Übergang zwischen Wald und Feld zeigt sich deutlich die Waldrandstufe, welche eine gute Vorstellung der stattgefundenen Erosion vermittelt (siehe Abb. 7).

Dass die Erosionsrate seit dem Neolithikum und der Bronzezeit in unseren Gebieten oft ein bis zwei Meter ausmacht, sehen wir an den durch den Pflug gekappten Gruben, von denen sich unter dem Ap-Horizont oft nur noch die Reste des Grubenbodens finden lassen. Vor allem an den Oberhängen und Hügelkuppen muss man auch mit bereits völlig durch die Erosion abgetragenen und zerstörten Fundstellen rechnen. Dies hat natürlich gravierende Folgen für Untersuchungen im großmaßstäblichen Bereich. Die Begehungshorizonte sind – sofern die Fundstelle nicht von einem Kolluvium begraben wurde – zerstört und lassen somit wichtige archäologische Aussagemöglichkeiten vermissen.

Im Bereich des Meso- und Makro-Maßstabes befinden diese Erosionsraten – wenn man von extremen Situationen absieht – jedoch innerhalb von Größenordnungen, welche die oben angeführten Analysen des Geländemodells und seiner Ableitungen als durchaus realistisch erscheinen lassen.

8.2.2 Boden

Etwas anders verhält es sich bei den Böden. Die Ausbildung und Entwicklung von Böden wird durch zahlreiche, sich ihrerseits oftmals wandelnde Faktoren beeinflusst. Deshalb ist in Mitteleuropa die Verteilung der Bodentypen oft uneinheitlich. Viele Böden sind kleinflächig, in den unterschiedlichen Regionen dominieren jedoch einzelne sogenannte „Leitbodenformen“ (Scheffer et al. 1998, 459 f.). Je nach Kartierungsmaßstab muss es daher zu Generalisierungen kommen, deren Anwendbarkeit auf archäologische Fragestellungen bereits seit längerer Zeit diskutiert wird. Im zeitlichen Maßstab betrachtet, bedarf es für die Entwicklung der Böden, wie bereits weiter oben besprochen wurde (vgl. Kapitel 6.2.4.1), mitunter mehrere tausend Jahre. Andererseits können sich im Rahmen der Landwirtschaft eine lokale Verarmung der Bodenqualität oder erhöhte Erosionsraten rasch bemerkbar machen.

Die Klassifizierung und Kartierung von Böden ist ein subjektiver Prozess. Erste Versuche der systematischen Unterscheidung von Bodenformen wurden bereits vor etwa 4 Jahrtausenden in China vorgenommen, wobei die Produktivität als Kriterium herangezogen worden war. Im antiken Griechenland wurden Böden anhand der Eigenschaften warm - kalt, trocken - nass, schwer - leicht, dicht - locker und hart - weich beschrieben (Beinroth, Stahr 1996-2010, 3). Die antike Terminologie von Bodeneigenschaften, so Verena Winiwarter (Winiwarter 2006a, 204), benannte Böden teilweise anhand ähnlicher Merkmale, wie sie auch in modernen Klassifizierungen Verwendung finden: Korngrößen, Dichte und Struktur, Feuchtigkeit, Farbe. Zusätzlich werden Eigenschaften wie Fruchtbarkeit, Geschmack oder Temperatur namengebend.

Heute unterscheidet man grundsätzlich zwei Klassifikationsschemata aufgrund (1) der genetischen Eigenschaften, und (2) basierend auf der Nutzung bzw. Funktion der Böden (Beinroth, Stahr 1996–2010, 2). Erste ist die international gebräuchliche, welche Böden anhand ihrer charakteristischen Bodenhorizonte als Ergebnis der Pedogenese klassifiziert (Beinroth, Stahr 1996–2010, 19; Gaiser 2007, 380). Daneben gibt es auch kombinierte Systeme.

In Österreich wird die Bodenkartierung im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft durchgeführt (Abb. 29). Ihr liegt ein kombiniertes, morphologisch-genetisches System zugrunde (Nestroy 1996–2010, 3; BFW 2008, 2) und weist Ähnlichkeiten mit dem Klassifikations-System von Deutschland auf (vgl. Schroeder 1992, 104). Hauptunterscheidung der Bodentypen ist der Faktor Wasser (Böden im Grundwasserbereich, Landböden, atypische Böden), gefolgt von den Klassen (z. B. Auenböden, Gleye, Schwarzerden …) und unterschiedlichen Gliederungskriterien innerhalb dieser Gruppen, die letztendlich den Bodentyp definieren (z. B. Felsbraunerde; Lockersediment-Braunerde, Parabraunerde). Subtypen beschreiben eventuelle zusätzliche Merkmale (Vorhandensein oder Fehlen von Karbonat) (Nestroy 1996-2010, 3; BFW 2008, 2).

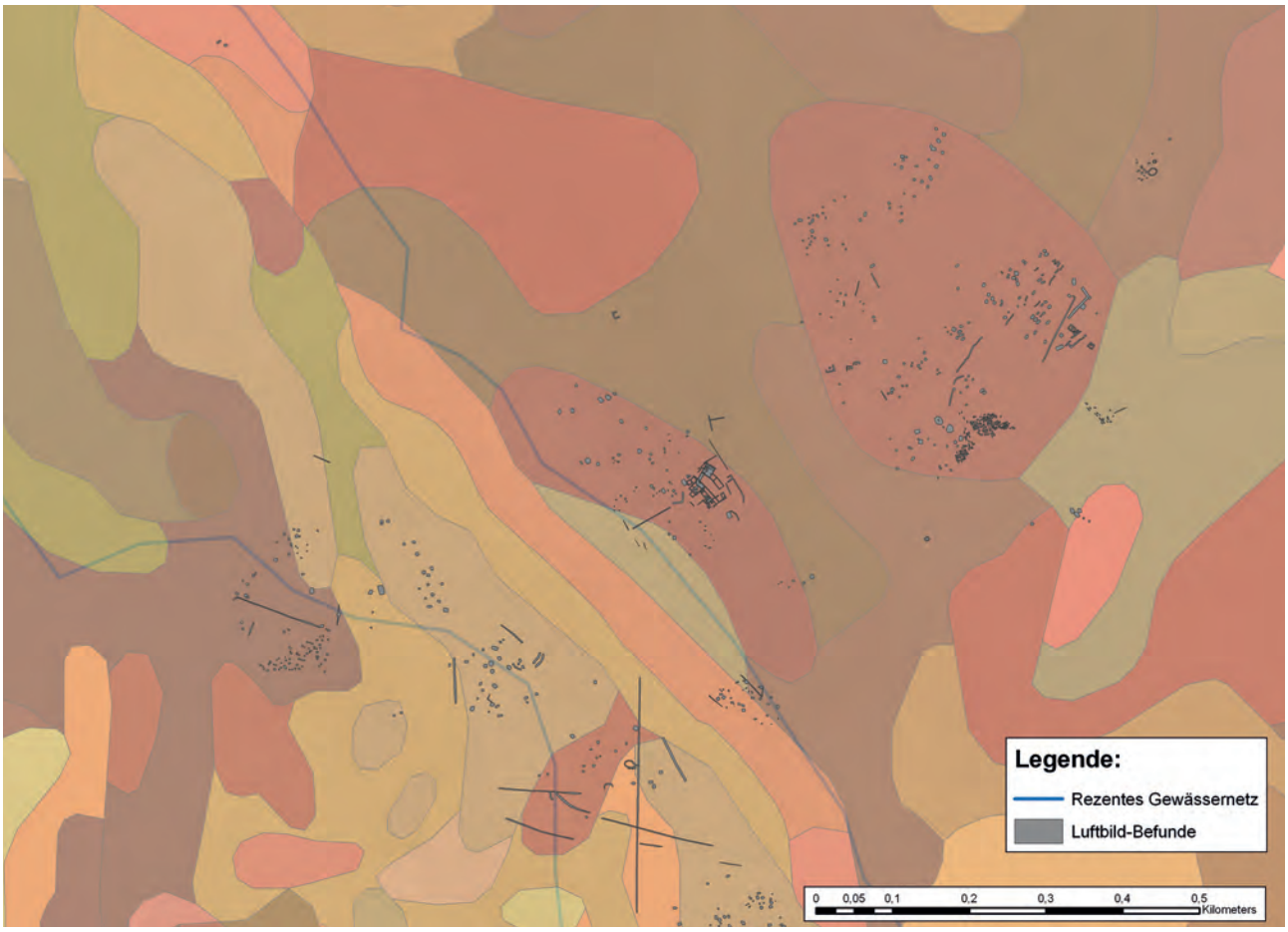


Abb. 29: Au am Leithagebirge, NÖ. Darstellung eines Ausschnittes der Bodenkarte mit Strukturen einer römischen Villa und des zugehörigen Gräberfeldes (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: Digitale Bodenkarte von Österreich – Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und Landschaft (BFW)).

Die Grundlage für die österreichische Bodenkarte bilden Feldkarten 1:10.000, welche aufgrund zahlreicher Bohrproben (1 m-Schlagbohrer) und „Profilgruben" hergestellt werden (BFW 2008, 3 – für die deutsche Kartierung siehe: Krahmer, Schraps 1996-2010). Die Bodenkartierung ist für fast alle Gebiete Österreichs fertiggestellt und als digitale Version im Internet zur Verfügung gestellt (http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=7055 <September 2012>). Kartiert wird im Maßstab 1:25.000, was zur Folge hat, dass bei sehr kleinräumig verbreiteten Bodenformen sogenannte „Bodenformkomplexe" zusammenfassend kartiert werden (BFW 2008, 2). Die Darstellung erfolgt zumeist in Choroplethenkarten, in welchen die räumliche Verbreitung der einzelnen Bodenformen als Polygon dargestellt sind. Die somit gezogenen scharfen Abgrenzungen existieren nicht wirklich, sondern sind ein Resultat von Abstraktion und Diskretisierung. Die Grenzen ergeben sich einerseits aus der Interpolation aus der Verteilung der untersuchten Bodenprofile sowie aus topografischen Beobachtungen vor Ort. Ob eine Bodenkarte für landschaftsarchäologische Analysen sinnvoll einsetzbar ist, hängt daher von der eigentlichen Fragestellung und dem Kartierungsmaßstab ab. Abb. 29 zeigt einen Ausschnitt der Bodenkarte mit der darauf abgebildeten detaillierten Luftbildinterpretation einer römischen Villa rustica und des wahrscheinlich dazugehörenden Gräberfeldes.

Bisweilen werden auch Luftbilder bei der Kartierung genutzt, da sie oft die Begrenzung der einzelnen Bodenformen anhand unterschiedlicher Helligkeit oder Farbgebung der Bodenoberfläche zeigen (vgl. das Bodenmerkmal, Kapitel 10.4.2.3.1). Dadurch lassen sich die Bodenformen genauer und präziser räumlich voneinander abgrenzen (Krahmer, Schraps 1996-2010, 6).

8.2.2.1 Übertragbarkeit des Faktors Boden

In diesem Zusammenhang stellt sich eine andere wichtige Frage: Inwieweit haben Beobachtungen, welche auf dem heutigen Zustand und Verbreitung von Bodentypen beruhen, auch für vergangene Epochen Gültigkeit. Nach Thomas Saile ist eine Übertragung prinzipiell möglich, da die

im Laufe der letzten Jahrtausende abgelaufenen Veränderungen „gering oder zumindest abschätzbar“ gewesen seien (Saile 1998, 100). Auch Jan Rulf meint, dass sich die heutige Bodendecke seit dem Beginn des Holozäns nicht wesentlich verändert habe (Rulf 1994, 396).

Dem widersprechen jedoch zahlreiche andere Autoren. Wie bereits weiter oben dargestellt wurde, ist die Entwicklung eines Bodens kein Ereignis, sondern ein Prozess, welcher prinzipiell solange vonstattengeht, solange der Boden nicht von Alluvium oder Kolluvium begraben wird. In den „Bodenkundlichen Grundlagen“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft heißt es dazu:

„Die in Abhängigkeit von den bodenbildenden Prozessen entstandenen Böden sind keineswegs in einem unveränderlichen, stabilen Endzustand. Jede Änderung der Außenfaktoren verschiebt das Kräfteverhältnis und bewirkt eine Weiterentwicklung, bis sich wieder ein gewisses Gleichgewicht einstellt“ (BFW 2008, 7).

Renate Gerlach betont zum Beispiel die Umwandlung von Schwarzerden zu Parabraunerden durch natürliche pedogenetische Faktoren und schließt daraus, dass zahlreiche Böden in der (prä-)historischen Vergangenheit durchaus gute Standorte abgegeben haben konnten (Gerlach 2003, 90).

Neben der natürlich vonstattengehenden Entwicklung der Böden muss man aber, wie bereits oben diskutiert wurde, vor allem seit dem Beginn des Ackerbaus mit vermehrter Erosion rechnen (vgl. Kapitel 6.2.5.2). So konnte zum Beispiel anhand einer Analyse im Umfeld der bandkeramischen Siedlung „Nieder Weisel“ seit dem Jung- und Endneolithikum und verstärkt in der späten Eisen- und römischen Kaiserzeit intensive Bodenerosion festgestellt werden (Wunderlich 2001, 57–58). Die Erosion trägt durch den Abtrag der obersten, humosen Schichte zur Verarmung von Böden bei. Auch die Erosion ist von vielen Faktoren abhängig und vor allem aufgrund des kaum berechenbaren anthropogenen Einflusses schwierig zu modellieren – ihre konkrete Auswirkung auf die Bodenqualität muss daher vorausgesetzt werden, lässt sich aber nur lokal durch entsprechende Untersuchungen quantifizieren.

Es ist daher prinzipiell nicht möglich, Zustand, Verbreitung und Qualität der heutigen Böden anhand moderner Bodenkarten in die Vergangenheit zu übertragen. Aufgrund der zahlreichen, an der Entwicklung von Böden involvierten Faktoren, die sich in unterschiedlichen zeitlichen und räumlichen Maßstäben auswirken, kann man auch nicht von heutigen Böden ausgehend eine lineare „Extrapolation“ in die Vergangenheit vornehmen, selbst wenn sie zeitlich so nah wie das Hochmittelalter ist (vgl. Jankuhn 1977, 62). Dies bedeutet, dass man nicht einfach davon ausgehen kann, die Qualität der Böden hätte sich im Lauf der Zeit grundsätzlich verschlechtert, wie dies manche Autoren postulieren (z. B. Posluschny 2001, 114). Für archäologische Analysen wäre diese Annahme praktisch, denn somit wären die Böden der Vergangenheit den heutigen entweder als gleichwertig oder besser gegenüberzustellen. Die Realität dürfte jedoch leider etwas komplexer sein.

So kann gerade die anthropogene Einwirkung auch zur Stabilisierung oder sogar einer Verbesserung der genutzten Böden beitragen. Dies zeigt das bereits weiter oben angesprochene Beispiel aus Peru (S. 84), wo aufgrund von ackerbaulichen Maßnahmen die Böden seit über 1.500 Jahren genutzt werden (Sandor 1992). Auch Eileen Eckmeier et al. machen neuerdings darauf aufmerksam, dass gerade der Ackerbau auch zu einer Verbesserung des Bodens führen kann und anthropogene Einwirkungen unter Umständen sogar bei der Entstehung von manchen Schwarzerde-Vorkommen eine Rolle spielen könnten (Eckmeier et al. 2007, 295 f.). In diesem Zusammenhang sei auch auf die Diskussion um die *Terra preta* und *Terra mulatta* verwiesen: Neuere Forschungen zeigen, dass im Amazonas-Becken großflächig Böden offensichtlich durch bewusste Einarbeitung von Holzkohle fruchtbar gemacht wurden (Mann 2000, 788). Diese Erkenntnisse sprechen gegen eine generelle Übertragbarkeit heutiger Böden auf die Vergangenheit und erschweren die Anwendung einfacher extrapolierender Modelle.

Um dieses Dilemma zu umgehen, versuchte Burchard Sielmann, anstatt der Böden selbst ihr „geogenes Ausgangsmaterial“ (vor allem Löss und Nicht-Löss) zur Grundlage von Aussagen zur Standortqualität zu machen (Sielmann 1971b). Karl Josef Sabel kritisiert diesen Ansatz als zu stark simplifizierend, da der anstehende Löss per se noch nicht eine hohe Bodenfruchtbarkeit garantiere:

„Gewiß zählen die Schwarzerden aus Löss zu den ertragreichsten Böden der Erde, doch können unter bestimmten Reliefbedingungen und Klimaverhältnissen aus dem Löss auch Pseudogleye (Staunässeböden) entstehen, die selbst bei den heutigen technischen Möglichkeiten und Düngerzugaben nur schwer zu bearbeiten und daher überwiegend mit Wald bestanden sind“ (Sabel 1983, 160).

Wolfgang Linke räumt zwar ebenfalls ein, dass eine Übertragbarkeit vor allem anhand des Ausgangsmaterials der Bodenbildung möglich sei (Linke 1976, 19), übernimmt aber die Ergebnisse der Reichsbodenschätzung, einer effektiven Bodenklassifikation, welche die „Ertragsfähigkeit von Ackerböden“ beurteilt (Gaiser 2007, 380). Linke unterscheidet auf deren Grundlage die Böden nach Ausgangsmaterial (Löss, Verwitterung von Gestein, diluviale Lockermassen, Alluvium), Schwere (leicht, mittelschwer, schwer), Entwicklungsstadium (optimale, mittlere und geringe Leistungsfä-

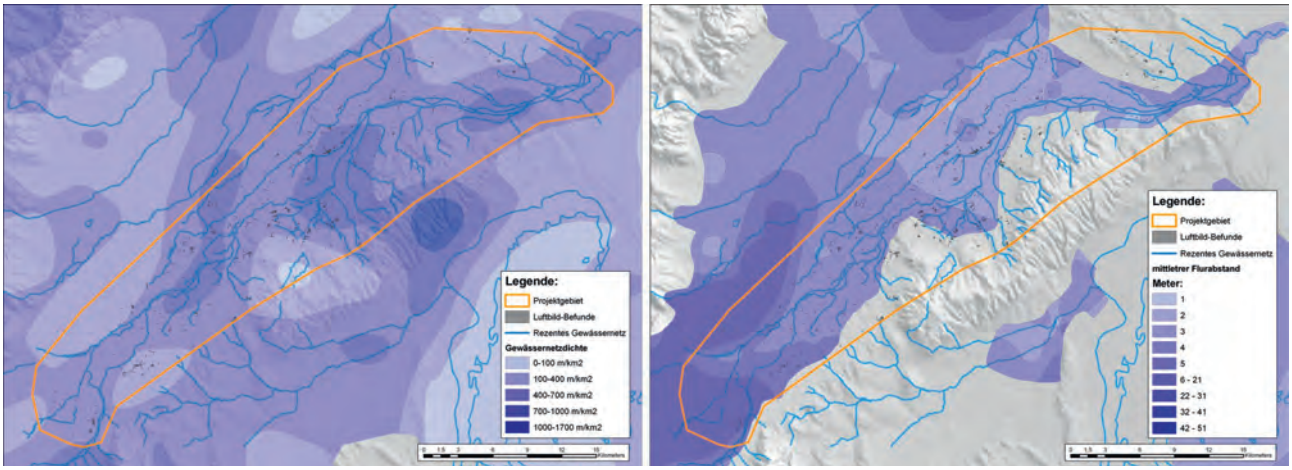


Abb. 30: Gewässernetzdichte (links) und mittlerer Flurabstand des Grundwasserspiegels (rechts) im Leitharaum – Datengrundlage: Geländemodell: SRTM; hydrografische Daten: Fürst 2003; Fuchs, Fürst 2003 (Grafik: Michael Doneus).

higkeit) und Bodenqualität (Linke 1976, 11 f.; Linke 1979). Die Reichsbodenschätzung – so wendet Sabel ein – beruhe jedoch auf modernen Pflanzenzüchtungen und Gerätschaften (Sabel 1983, 164). Dadurch unterliegt die Bewertung anderen Kriterien, als etwa ein Neolithiker vergeben hätte. Ein fruchtbarer Boden, welcher zum Beispiel aufgrund seiner Schwere erst mit moderner Pflugtechnik bearbeitbar wird, ist für einen prähistorischen Bauern wertlos (Sabel 1983, 164; vgl. auch Perner 2005, 213). Über das Problem der Rekonstruktion ehemaliger Böden hinaus kommt hier noch die weitaus schwieriger zu beantwortende Fragestellung dazu, inwieweit sich unser Bewertungssystem für Böden auf die Vergangenheit übertragen lässt.

Heutige Bodenkarten sind nicht auf vergangene Zeiträume übertragbar, und zwar weder im physischen Sinne (da sich ein Boden ständig entwickelt und verändert) noch in seiner Beurteilung (da sich diese je nach Wissen und technischem Know-how ändert). Frühere Zustände von Böden sind auch nicht mit einfachen Formeln rekonstruierbar (etwa, dass Böden früher prinzipiell fruchtbarer gewesen seien). Eine Beurteilung (prä-)historischer Verhältnisse ist daher nur im Zusammenhang mit detaillierten Untersuchungen vor Ort im Zusammenhang mit der Geomorphologie möglich. In jedem Fall sind Bodenkartierungen eine wichtige Basis zur Evaluation von Prospektionsmethoden. So zeigen sich manche Sichtbarkeitsmerkmale der Luftbildarchäologie bevorzugt auf bestimmten Böden. Eine Interpretation der Ergebnisse unter Einbeziehung von Bodenkarten kann daher helfen, räumlich unterschiedliche Verteilungen von Strukturen auf eine unterschiedliche Erkennbarkeit zurückzuführen, oder diese auszuschließen.

8.2.3 Hydrosphäre

Die Hydrosphäre lässt sich aufgrund unterschiedlichster Parameter beschreiben, klassifizieren und thematisch darstellen. Andrew Howard und Mark Macklin versuchen eine speziell auf archäologische Anwendungen abgestimmte Klassifikation, indem sie hoch-, mittel- und gering-energetische Flusssysteme unterscheiden (Howard, Macklin 1999), die hier in aller Kürze dargestellt werden soll: Hochenergetische Flusssysteme haben ein Gefälle von mehr als 10 Metern auf einen Kilometer und sind von steilen Talhängen begrenzt, die kaum Platz für eine Talaue lassen. Da der Talboden durch Tiefenerosion, Seitenerosion und Akkumulation wiederholt gehoben und abgesenkt wurde, was in der Regel zahlreiche Terrassen entstehen ließ (siehe auch Kapitel 6.3.2.3), sind die Erhaltungsbedingungen für Funde und Fundstellen schlecht. Lediglich auf den Terrassen kann man mit in situ erhaltenen Strukturen rechnen (Howard, Macklin 1999, 531). Flusssysteme mittlerer Energie (zwischen 2 und 10 m Gefälle auf einen Kilometer) besitzen eine Talaue zwischen dem Flussbett und den eher steilen Talflanken. Während in den unteren Bereichen der Talaue die Chancen für eine Erhaltung in situ schlecht stünden, könne man vor allem auf den ausgeprägten, weiten Terrassen – vor allem auf jenen des späten Pleistozäns und frühen Holozäns – mit gut erhaltenen archäologischen Spuren wiederholter Besiedlung rechnen. Eine chronologische Untersuchung der Terrassenkörper im Vorfeld archäologischer Forschungen sei deshalb „… of paramount importance“ (Howard, Macklin 1999, 534). Flusssysteme mit geringer Energie (weniger als 2 m Gefälle auf einen Kilometer) besitzen eine weite Talaue, die von wenig ausgeprägten, flachen Talflanken begrenzt ist. Da diese Flusssysteme weitgehend stabil sind, und ein oft beträchtliches Paket feiner, alluvialer Sedimente abgelagert

haben, kann man auch mit einer ausgezeichneten Erhaltung zum Teil tief begrabener kultureller Überreste rechnen (Howard, Macklin 1999, 537).

Abgesehen von der direkten Kartierung der Quellen, Bäche, Flüsse und stehenden Gewässern als Punkte, Linien oder Polygone sind Einzugsgebiete, Gewässernetzdichte (Abb. 30, links), Hydrogeologie, mittlerer Flurabstand und mittlere jährliche Schwankung des Grundwasserspiegels (Abb. 30, rechts), darstellbare Parameter der Hydrosphäre (vgl. BMLFUW1 2003).

In der Archäologie finden fast ausschließlich die Gewässer selbst Eingang in Analysen, wobei in erster Linie die Distanz zu den als punktuell abstrahierten Siedlungen interessiert. In den meisten Fällen zeigt sich dabei eine offensichtliche Übereinstimmung zwischen der Siedlungsverteilung und dem Verlauf von Fließgewässern, was die Hydrosphäre zu einem wichtigen Standortfaktor macht. Ein Problem ergibt sich jedoch aus der Praxis der Distanzmessung heraus. Praktisch alle Untersuchungen – und das gilt nicht nur für die deutschsprachige Literatur – gehen auf die Methodik der Distanzmessung insofern ein, als sie erklären, ob die Messung zu rezenten Fließgewässern, Quellen, rekonstruierten Verläufen oder dem Auenrand genommen wurden. Dabei wird anscheinend bei allen von einem „Siedlungspunkt" aus gemessen, d. h., die Lage der Siedlung wird als Punkt angegeben.

Nun haben aber Siedlungen durchaus unterschiedliche Ausdehnungen. Bei unserem Archivsystem (vgl. Kapitel 10.8) werden die auf Basis von Luftbildauswertungen erzeugten Fundstellen als Polygone angegeben, wodurch die minimal bekannte Ausdehnung abgegrenzt wird. Zwar ist es im Falle von mehrphasigen Fundstellen für die einzelnen Phasen von kleineren Siedlungsflächen auszugehen, dennoch zeigte sich deutlich, dass Ausdehnungen von mehreren Hundert Metern keine Seltenheit sind. Hier stellt sich die Frage, von wo aus der Bezug zum Fließgewässer genommen werden soll. Die Statistik der Entfernung zwischen Siedlung und nächstem Gewässer divergiert nämlich erheblich, je nachdem, ob die Entfernung vom Schwerpunkt des umgrenzenden Polygons oder von der fernsten Stelle aus gemessen wurde.

So ergeben bei einer durchgeführten Statistik, von 718 im Projektgebiet des Projektes „Die Kelten im Hinterland von Carnuntum" entlang der Leitha (vgl. Kapitel 11.1.5.1) dokumentierten Siedlungen, dass die mittlere Entfernung zum nächsten Fließgewässer je nach Erfassung der Fundstellen (als Punkt oder Polygon) stark variieren kann. Vergleicht man minimale, mittlere und maximale Distanz der einzelnen Fundstellenpolygone zum jeweils nächsten Gewässer, so ergeben sich Werte für den Mean von 260 m, 394 m beziehungsweise 540 m. Dies bedeutet, dass abhängig davon, bis zu welchem Punkt innerhalb der Fundstelle die Distanz gemessen wird, der Mean des Abstandes zum nächsten (rezenten) Fließgewässer zwischen 260 und 540 m liegt, also mehr als verdoppelt ist. W. Linke klassifiziert 260 m als „mittlerer Abstand zum Vorkommen", während 540 m als „große Entfernung" angesehen wird (Linke 1976, 54). Wir erhalten also völlig unterschiedliche Interpretationsgrundlagen für dieselben Siedlungen, je nachdem wie gut wir über deren flächige Ausbreitung Kenntnis haben und je nachdem, von wo aus wir unsere Distanzen messen. Dies relativiert die statistische Aussagekraft der Nähe zum nächsten Fließgewässer erheblich.

8.2.3.1 Übertragbarkeit der Hydrosphäre

Die Hydrosphäre hat sich seit dem Neolithikum extrem gewandelt. Vor allem die anthropogen verursachten Veränderungen der letzten beiden Jahrzehnte haben Flusslandschaften erzeugt, welche mit ihrem prähistorischen Aussehen nur wenig gemeinsam haben (Jäger 1998, 30). Wichtige Bezugsgrößen, wie die Entfernung zum eigentlichen Fließgewässer, haben sich in nur schwer nachvollziehbarer Weise gewandelt. Über Faktoren wie Hochwasserrisiko oder Schiffbarkeit lässt sich bestenfalls spekulieren (Gerlach 2003, 94). Anhand historischer Aufzeichnungen und früher Kartenwerke kann man zumindest für das Hochmittelalter noch halbwegs fundierte Aussagen machen. Für alle älteren Perioden sind diese Quellen maximal Ausgangspunkt von Überlegungen.

Dennoch spielt die Entfernung zum nächsten Fließgewässer in praktisch allen Standortanalysen und Prognosekarten eine wichtige Rolle. Burchard Sielmann argumentierte, dass man den Verlauf „an Hand des Reliefs sowie der heute sichtbaren Bodenbildung (Moor-, Gleyböden etc.) in der Regel nachvollziehen" kann, macht aber im gleichen Absatz auf das Problem der Datierung aufmerksam (Sielmann 1971b, 75). Bei den meisten anderen Untersuchungen wird zwar auf die Fragestellung der Übertragbarkeit eingegangen, die sich daraus ergebenden Erkenntnisse aber sofort wieder ignoriert: Elke Heege misst in ihrer Arbeit zur Hildesheimer Börde die Entfernungen in 100m-Schritten zu rezenten Fließgewässern (Heege 1989, 185). Axel Posluschny nimmt ebenfalls die Distanzen zu heutigen Gewässern (Posluschny 2001, 103). Wolfram Schier misst die Entfernungen zur nächsten heutigen Quelle (Schier 1990, 97). Auch Thomas Saile bezieht sich auf rezente Gewässer oder – soweit vorhanden – auf ältere Karten (Saile 1998, 90). Hauptargument für diese Vorgangsweise ist bei fast allen, dass die Entfernungen sich im Grunde nicht allzu sehr verändert hätten, dass die Entfernungen wahrscheinlich sogar



Abb. 31: Zahlreiche Überschneidungen ehemaliger Bachbetten (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

kürzer gewesen seien oder dass aufgrund der großen Datenmenge in jedem Fall Tendenzen ablesbar seien.

Andere Autoren versuchen das Problem sich verlagernder Flüsse dadurch zu umgehen, indem sie die Entfernung nur bis zum Rand der Talaue angeben, da sich die Ausdehnung der Aue selbst nicht drastisch verändert haben kann und der Fluss sich ja nur innerhalb der Aue verlagert. Die dabei gemessenen Werte seien bei kleineren Gewässern genauer als bei großen Flüssen (Linke 1976, 19). Dies erscheint noch als der vernünftigste Weg, zumal – wenn man den Zusammenhang zwischen Siedlung und Fließgewässer ökonomisch interpretiert – die Nähe zur Talaue in vielen Fällen wahrscheinlich bedeutender war als die Nähe zum Wasser selbst.

Gegenüber den anderen physischen Strukturen hat die Hydrosphäre jedoch den Vorteil, dass die Relikte ehemaliger Fließgewässer (Bachbetten, Überschwemmungsebenen, Terrassenkanten) zum Teil direkt beobachtbar sind. Detaillierte Geländemodelle, wie sie seit Kurzem durch flugzeuggetragenes Laser-Scanning hergestellt werden können (Challis 2006), aber auch die luftbildarchäologische Prospektion können ehemalige Flussläufe anhand von noch erhaltenen Reliefunterschieden oder anderen Sichtbarkeitsmerkmalen (v. a. Boden-, Frost- und Bewuchsmerkmale – vgl. Kapitel 10.4.2) dokumentieren. Anhand des Projektes „Die Kelten im Hinterland von Carnuntum“ (vgl. Kapitel 11.1.5.1) konnten gemeinsam mit Geologen systematisch die in Luftbildern erkennbaren Paläostrukturen der Leitha und ihrer Talaue mit hoher Genauigkeit kartiert werden (Zámolyi et al. 2012 [im Druck]).

Dabei hat sich gezeigt, dass sich die Paläoflussläufe auf unterschiedliche Weise einer zeitlichen Abfolge oder Datierung zuführen lassen. So ist die relative chronologische Abfolge in der Luftbildauswertung anhand der Überschneidung einzelner Paläoflusslaufgenerationen verhältnismäßig einfach visuell zu bestimmen. Im Beispiel auf Abb. 31 zeigt

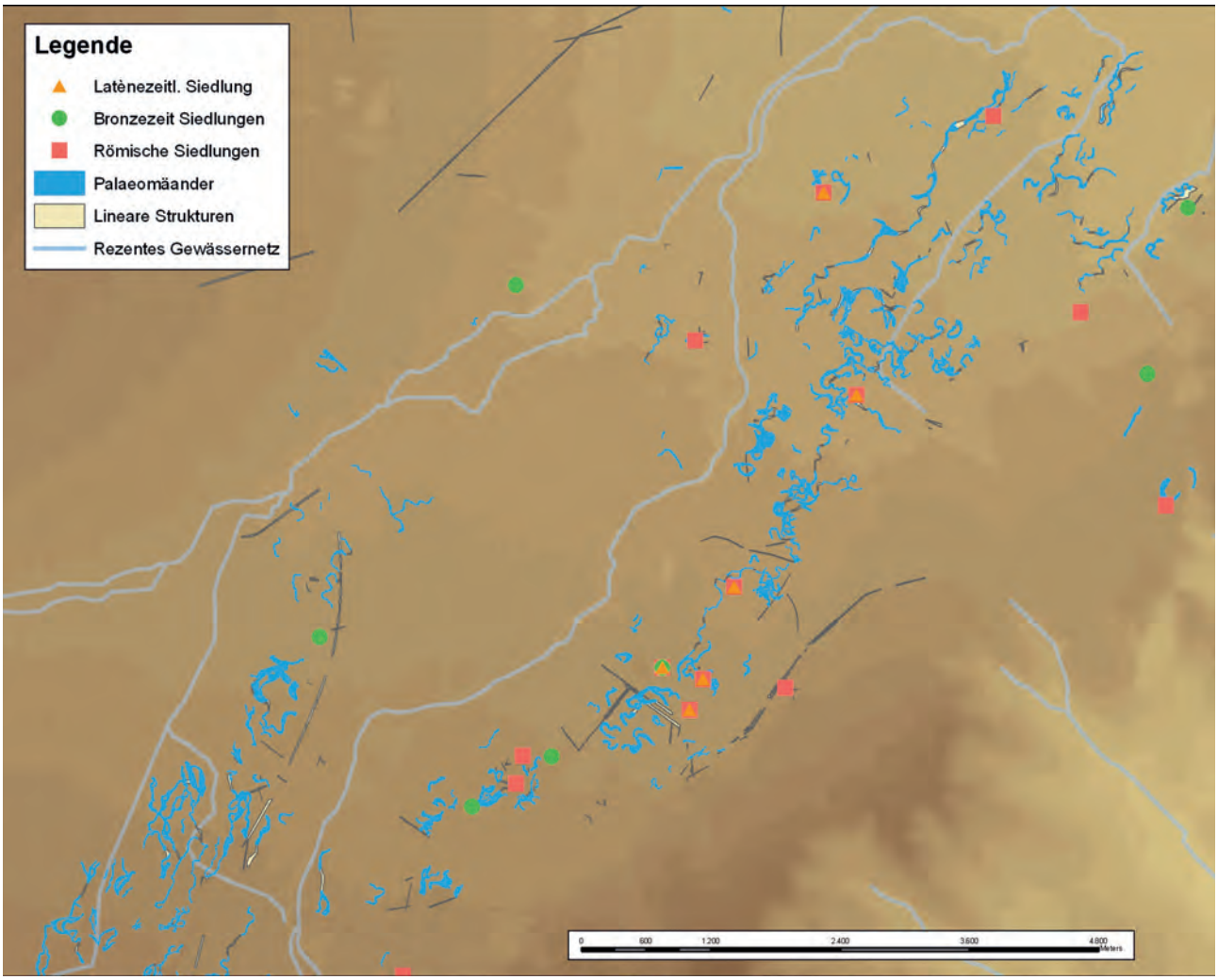


Abb. 32: Kartierung von rezenten Gewässern, Paläomäandern und Fundstellen der Bronzezeit, Latènezeit und römischen Kaiserzeit. Die Fundstellen scheinen einen Bezug zu einem ehemaligen, durchgehend erkennbaren Flusssystem zu haben (Grafik: Michael Doneus; Hintergrund: schattiertes SRTM-Geländemodell).

sich ein Ausschnitt mit zahlreichen sich überschneidenden ehemaligen Bachbetten. Diese zeichnen sich durch die von ihnen hinterlassenen Schotterbänder im Luftbild deutlich als Bewuchsmerkmale ab. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich zahlreiche Überschneidungen, welche im Sinne einer stratigrafischen Interpretation als mehrere Phasen unterschieden werden können. Wie lange diese gedauert haben, kann hier jedoch nicht bestimmt werden. Dazu wäre eine absolute Altersbestimmung notwendig. Diese ist jedoch nur durch begleitende Untersuchungen am Boden und in Profilen möglich, sofern geeignetes Datierungsmaterial gefunden werden kann. In einem Fall konnte dies im Rahmen des Projektes erfolgen: Während der archäologischen Ausgrabung eines awarenzeitlichen Gräberfeldes, nördlich von Frohsdorf, wurde von einem Bodenhorizont an der Basis einer Lössschicht über mächtigen Flusskiesen des ehemaligen Leithabettes eine ^{14}C-Altersbestimmung durchgeführt worden, die ein kalibriertes ^{14}C-Alter des Bodenhorizontes von etwa 13.700 B.C. ergab (siehe Abb. 142).

In manchen Fällen kann die Verbreitung archäologischer Fundstellen Hinweise auf die mögliche Datierung eines Paläoflusslaufes geben. So zeigte sich in unserem Projekt eine Ansammlung von Siedlungen aus der römischen Kaiserzeit, welche fernab von jedem heutigen Fließgewässer gelegen sind (die Distanzen zum heutigen Verlauf der Leitha betragen um die zwei Kilometer). Die systematische Kartierung der Paläomäander ließ einen zusammenhängenden ehemaligen Flussverlauf erkennen, der sich mitten durch diese Fundstellenansammlung hindurchbewegte. Eine Interpretation dieses Paläoflusslaufs als Verlauf der Leitha während der römischen Kaiserzeit ist argumentierbar, wenn auch vorläufig nur hypothetisch (Abb. 32).

Datierungen in den jüngsten Zeitraum, etwa ab der Mitte des 18. Jahrhunderts, können über historische Karten erfol-



Abb. 33: Leitha bei Mannersdorf, NÖ. Franziszeischer Kataster mit aus Luftbildern kartierten Paläomäandern (hellblau) (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

gen. In unserem Fall stand uns der sogenannte „Franziszeische Kataster" zur Verfügung. Dieser wurde aufgrund des Grundsteuerpatents Kaiser Franz I. vom 23.12.1817 während der Jahre 1817–1861 angelegt. Dabei wurden Grundstücks- und Kulturgrenzen auf einer Fläche von 300.000 km² detailliert im Maßstab 1:2.880 aufgemessen (Fuhrmann 2007, 24). Einige der kartierten Paläoflussläufe deckten sich in ihrem Verlauf mit Flussläufen des Katasters und können dadurch mit einem Mindestalter belegt werden (Abb. 33).

Mit unterschiedlichen Methoden mag es also möglich sein, einzelne Mäander zu datieren, für die Rekonstruktion eines Gewässernetzes reicht dies jedoch nicht aus. Ohne gezielte großmaßstäbliche umweltarchäologische Untersuchungen haben Aussagen über Zusammenhänge zwischen Fundstellen und Hydrosphäre maximal hypothetischen Charakter.

8.2.4 Klima

Im Rahmen der Landschaftsarchäologie interessiert der Faktor Klima vor allem dann, wenn er in Zusammenhang mit Veränderungen innerhalb der Gesellschaft, der Landnutzung oder von Landschaftskonzepten in Zusammenhang gebracht werden kann. In jedem Fall wäre eine detaillierte Kartierung klimatischer Verhältnisse wichtig, da eine eventuelle Auswirkung eines ehemaligen Klimawandels auf gesellschaftliche Verhältnisse erst in der großräumigen Analyse zu stichhaltigen Aussagen führen kann.

Das Klima hat eine zeitliche und räumliche Ausprägung und kann in beiden Dimensionen auf unterschiedlichste Maßstäbe bezogen betrachtet werden. Die räumliche Ausdehnung eines Klimas kann sich je nach Definition über eine weite Palette an Größenordnungen erstrecken und kontinentale, regionale oder lokale Gebiete abdecken: An ein und demselben Ort können daher – je nach Definition – unterschiedliche Klimata herrschen. Dies erscheint auf den ersten Blick paradox und macht deutlich, dass es sich beim Klima um eine abstrakte Idee handelt (vgl. Evans 2003, 96). Aber ähnlich wie bei der Darstellung anderer Gegebenheiten (etwa der Topografie) auf unterschiedlichen Kartenmaßstäben ist auch die für einen großen Raum definierte Klimazone nur eine Generalisierung zahlreicher kleinräumiger Ausprägungen (Beck 2007a, 225). Für die zeitliche Dimension

beschreibt Dena Dincauze unterschiedliche Maßstäbe des periodischen und linearen Klimawandels (Dincauze 2000, 140 ff.). Von der Plattentektonik, welche sich innerhalb von Jahrmillionen abspielt, bis zu den sich innerhalb eines Jahres abwechselnden Jahreszeiten führt sie zahlreiche beeinflussende Faktoren an.

Für die Beschreibung heutiger Klimaverhältnisse kann man sich langjährig aufgezeichneter Daten aus einem Netz von Wetterstationen bedienen. Diese können gemittelt und über unterschiedliche Verfahren der Interpolation flächig als Raster, Isolinien oder Choroplethenkarte dargestellt werden. Diese sind jedoch nur Annäherungen an die tatsächlichen Verhältnisse: Abgesehen von der geringen Anzahl an Messstationen relativiert nämlich noch ein anderer Umstand den Nutzen der Verwendung von Durchschnittswerten der Temperatur und des Niederschlags, auf den Marcus Nüsser et al. aufmerksam machen (Nüsser et al. 2005, 365 f.): Klimatische Durchschnittswerte allein sagt noch nichts über die Häufigkeit von Maxima bzw. Minima aus. Viel wichtiger seien die Temperaturen und Niederschläge, die während der Vegetationsperiode auftreten und dabei vor allem deren Variabilität. Ein wichtiges Kriterium in Bezug auf die Temperatur sei die Häufigkeit der Tage mit Frost.

Zudem wird die Rolle der Lokalklimata oft unterschätzt: Für viele archäologische Studien bedarf es eigentlich einer Rekonstruktion des lokalen Mikroklimas, da dies eine durchaus andere Ausprägung als das für denselben Raum gültige regionale oder kontinentale Klima haben kann. Dies ist jedoch nur allzu oft ein extrem schwieriges bis unmögliches Unterfangen, da in vielen Fällen keine Proxy-Daten vorhanden sind. Ein zusätzlicher Unsicherheitsfaktor ergibt sich aus der Tatsache, dass sich Mikroklimata durch anthropogen verursachte Veränderungen der Vegetationsdecke (etwa durch Umwandlung von Wäldern in Felder) rasch wandeln können (vgl. Kapitel 6.4.4).

Eine mögliche Lösung für dieses Problem ist die Verwendung pflanzenphänomenologischer Daten (vgl. Kapitel 8.2.4.1). Diese zeigen das Auftreten diverser Phänomene bestimmter Pflanzenarten (etwa Apfelblüte) in einer räumlich gut differenzierten Auflösung. Dadurch umgehen sie das Manko der geringen Anzahl an Wetterstationen, der verwendeten Durchschnittswerte und stellen eine direkte Verbindung zwischen Klima und seiner Funktion als Standortfaktor (Wachstumsbedingungen) her. Die Nutzung dieser Daten setzt jedoch die Annahme voraus, dass heute existierende, relative klimatische Gegebenheiten auf die Vergangenheit übertragbar sind.

George Rapp und Christopher Hill erwähnen einige generelle Regeln, die für eine etwaige Abschätzung lokaler klimatischer Bedingungen von Interesse sein könnten (Rapp, Hill 2006, 191). So zeigen die Hänge je nach Ausrichtung klimatische Unterschiede. In den Landschaften Ostösterreichs bedeutet dies, dass vor nach Westen ausgerichtete Hänge und Flächen zumeist erhöhter Feuchtigkeit durch den Westwind ausgesetzt sind. Deshalb wird die Westseite eines Hauses auch als dessen „Wetterseite“ bezeichnet und verstärkt vor Feuchtigkeit geschützt. Dies wird auch gerne als Begründung für die Ausrichtung linearbandkeramischer Langhäuser im westlichen Mitteleuropa angeführt, deren schmale Seiten für gewöhnlich gegen Nordwesten zeigen (Sielmann 1971b, 76). In Niederösterreich wird unter Verwendung desselben Arguments konstatiert, die Langhäuser seien gemäß der Hauptwindrichtung etwas mehr nach Norden ausgerichtet (Urban 2000, 68). Allerdings zitiert Richard Bradley die großräumigen Analysen von A. Coudart, wonach starke Zweifel an dieser Annahme angebracht erscheinen (Bradley 2002, 26).

Als weitere Regel führen Rapp und Hill an, dass Wind seine stärkste Wirkung im obersten Bereich von Hügeln hat, und dass sich Frost und Kälte besonders in Senken sammeln (Rapp, Hill 2006, 191). Letzteres führte zum Beispiel im Dachsteingebiet Oberösterreichs und der Steiermark dazu, das lokale Karstsenken aufgrund des häufigeren Frostes ohne Baumbestand blieben und diese sogenannten „Kälteseen“ deshalb als natürliches Weideland genutzt werden konnten (Mandl 1996, 26 ff.; Graf 1990, 171).

Ausrichtung, Hangneigung (vgl. S, 153) und Abschattung durch nahegelegene Erhebungen haben große Auswirkungen auf das lokale Klima. Otmar Haflinger und Gerd Knees errechnen zum Beispiel den Unterschied zwischen einer Ebene und einem Nordhang mit 20° Gefälle, wonach Letzterer in den Sommermonaten 23 % weniger Sonneneinstrahlung erhalten würde (Haflinger, Knees 1999, 122). Diese lokalen Klimaeinflüsse lassen sich anhand des Reliefs und seiner Ableitungen (vgl. Kapitel 8.2.1.2) durchaus modellieren, werden durch Einflüsse der Vegetation jedoch stark beeinflusst. Inwieweit solche Modellierungen jedoch den damaligen klimatischen Verhältnissen nahekommen, ist daher wohl kaum fundiert zu beantworten.

8.2.4.1 Übertragbarkeit von Klima

Wie bereits weiter oben ausgeführt wurde, ist das Klima einem ständigen Wandel unterworfen. Deshalb können wir davon ausgehen, dass sich unser heutiges Klima von dem früherer Zeiten zum Teil drastisch unterscheidet. Eine Darstellung klimatischer Verhältnisse für Zeiten ohne schriftliche Aufzeichnungen ist natürlich ungleich schwieriger und es stellt sich die Frage, ob es überhaupt möglich ist, das für eine bestimmte prähistorische Zeitperiode bestimmende

Klima zu modellieren und seinen Einfluss als Standortfaktor zu bewerten. Umweltarchäologen und Paläoklimatologen können anhand von Proxy-Daten Aussagen zu den klimatischen Verhältnissen vergangener Zeiten machen.

Die Verwendung von Proxy–Daten bedarf einer quellenkritischen Interpretation (Dincauze 2000, 176 f.). Es handelt sich in fast allen Fällen um generalisierte Aussagen. Während die Temperatur relativ gut rekonstruierbar ist, sind Aussagen über die Änderung von Niederschlag trotz Pollendiagrammen und Klimakurven noch immer sehr vage. Abgesehen davon, dass für eine Abschätzung der klimatischen Eignung für den Pflanzenbau auch die Anzahl der Vegetationstage (Temperatur über 5 °C), die Frosttage während der Vegetationsperiode, die Schneedeckentage, die Anzahl der Niederschlagstage und deren Verteilung im Jahr wichtig wären – siehe auch (Harflinger, Knees 1999). Für eine einigermaßen detaillierte Rekonstruktion einzelner lokaler Klimata in einem zusammenhängenden Gebiet mangelt es daher auch heute noch in der Regel an den dafür notwendigen Grundlagendaten. Für die Einbeziehung des Faktors Klima in Standortanalysen innerhalb einer kleineren Region ist dies daher nicht ausreichend.

Eine Möglichkeit, welche in archäologischen Arbeiten häufig Anwendung findet, besteht darin, die heutigen relativen klimatischen Unterschiede innerhalb einer Region in die Vergangenheit zu übertragen. Für eine solche Möglichkeit der Übertragung relativer klimatischer Verhältnisse äußerte sich zuerst Burchard Sielmann. Er argumentiert, dass das globale Windsystem, die Verteilung von Landmassen und Ozeane, die Meeresströmungen und das Geländerelief während der letzten 10.000 Jahre sich nicht drastisch verändert hätten (Sielmann 1971b, 75 f.). So würden auch heute wie damals Niederschläge zum größten Teil durch Westwetterlagen in unsere Region gebracht, wobei das Geländerelief im gesamten Holozän ein ähnlich geartetes „Abregnen" gestattete. Auch die Temperaturverteilung sei in Bezug auf Höhenlage und in seiner spezifischen Charakteristik von West (mildere Winter) nach Ost (höhere Temperaturunterschiede) – relativ gesehen – ähnlich geblieben. Sielmann geht von schwer zu überprüfenden Prämissen aus. Eine Anwendung ist deshalb mit vielen Unsicherheiten behaftet, was deren Wert stark reduziert.

Anhand der Übertragung heutiger relativer Klimaverhältnisse auf die Hallstattzeit versuchte erst kürzlich Axel Posluschny den Faktor Klima in eine Standortanalyse einzubeziehen. Er argumentiert ähnlich wie Sielmann: „Entscheidend bei der Beurteilung des Klimas als Standortfaktor ist auch die Tatsache, dass ein Klimawechsel, der sich – sofern er überhaupt stattgefunden hat – nur großräumig abgespielt haben dürfte, und dass das Klima innerhalb von kleinen Räumen, die es auch im Maindreieck zu untersuchen galt, relativ gleichförmig blieb" (Posluschny 2001, 117 f.). Er verwendete dabei den Klimaatlas von Bayern, in welchem die Durchschnittswerte aus den Jahren 1951 bis 1980 in Kartenform dargestellt sind. Aufgrund der geringen Anzahl an Messstationen in seinem Arbeitsgebiet war es jedoch nicht möglich, auf dieser Basis den unterschiedlichen Lokalklimata gerecht zu werden. Daher argumentiert Posluschny für die Verwendung „pflanzenphänomenologischer Daten", da diese großflächig erfasst seien und auch viel eher der Wahrnehmung unterschiedlicher Lokalklimata durch den prähistorischen Menschen entsprächen (Posluschny 2001, 118). Neben dem durchschnittlichen Jahresniederschlag bezog Posluschny – so wie das bereits vor ihm Guntram Michael Schwitalla (Schwitalla 1996, 95 ff.) oder Thomas Saile (Saile 1998) machten – somit auch den Beginn der Apfelblüte (Vollfrühlingsbeginn) und die Gelbreife des Winterweizens (Spätsommerbeginn) in seine Analysen mit ein. Sven Ostritz hatte bei seiner Analyse der Bandkeramik in der ehemaligen DDR mit der „Schneeglöckchenblüte" argumentiert (Ostritz 1991, 342). Guntram Michael Schwitalla verwendete die modernen phänomenologischen Karten, ist sich ihrer Problematik aber durchaus bewusst und äußert sich vor allem kritisch zu Sielmanns Äußerung zu den seit den Eiszeiten gleich gebliebenen kontinentalen Windverhältnissen (Schwitalla 1996, 15).

In solchen Arbeiten bleibt jedoch ein in Bezug auf die kleineren Lokalklimata bestehender Umstand weitgehend unberücksichtigt: Ein Mikroklima ist nämlich verhältnismäßig „leicht" anthropogen zu beeinflussen. Hans-Rudolf Bork et al. beschreiben in diesem Zusammenhang die „Regel zum vegetationsbeeinflussten Lokalklima", nach der eine Verringerung der Vegetation durch die Erhöhung der Temperaturschwankungen ein Klima signifikant verändern kann (Bork et al. 1998, 22). Dies würde vermehrt Klimaextreme hervorrufen, die sich bis zum subkontinentalen Maßstab auswirken (Bork et al. 1998, 23). Derartige anthropogen verursachte Veränderungen lassen sich jedoch durch eine Übertragung heutiger Klimaverhältnisse nicht erfassen und stellen daher einen nicht zu vernachlässigenden Unsicherheitsfaktor für die Analyse dar (vgl. auch Linke 1976, 71).

Aus diesem Grund erscheint es vor allem auf der Mikroebene schwierig, heute bestehende relative klimatische Verhältnisse auf die Vergangenheit zu übertragen. Die Verwendung räumlicher und zeitlicher Variationen heutiger pflanzenphänomenologischer Ereignisse kann nur für kleine Maßstäbe, in welchen das Lokalklima keine Rolle spielt, für vergangene Zeiträume genutzt werden. Im größeren Maßstab erscheint – abgesehen von der gezielten,

großflächigen Untersuchung paläobotanischer und paläozoologischer Relikte – ein mit Einschränkungen gangbarer Weg, großflächig Standorte anhand ihrer klimatischen Bedingungen zu unterscheiden, die Modellierung anhand von Ableitungen des heutigen Reliefs, und da vor allem der Sonneneinstrahlung (vgl. Abb. 28). Aber auch in diesem Fall sind zwei Einschränkungen gegeben: (1) Im jeweiligen konkreten Anwendungsfall darf das Relief selbst keine großen Wandlungen erfahren haben. (2) Eine solche Modellierung ignoriert die heutige aber auch jede mögliche vergangene Verteilung von Vegetation und zeigt somit nur ein prinzipielles, auf einzelne klimatische Faktoren beschränktes Potenzial eines Standortes auf; dieses kann im konkreten Fall je nach Vegetation oder anthropogenen Eingriffen auch völlig unterschiedlich ausgefallen sein.

8.2.5 Biosphäre

Auch für die Biosphäre gilt es ein ähnliches Maßstabsproblem zu beachten, wie es bei den anderen Sphären bereits dargestellt wurde. Bei globaler, kontinentaler und subkontinentaler Betrachtung ist die Darstellung der Biosphäre natürlich stark generalisiert und reicht gerade als Hintergrundinformation beziehungsweise für Arbeiten extrem langer Zeiträume. So banal diese Feststellung auch sein mag, so sehr wird sie dennoch von Archäologen ignoriert, die für Arbeiten im regionalen Meso-Maßstab (1 km² – 1.000 km²) solche kleinmaßstäblichen Karten als Arbeitsgrundlage heranziehen (Dincauze 2000, 377).

Gerade für Karten im Meso- oder Mikro-Maßstab (< 1 km²) bedarf es einer hohen Dichte an Information aus Pollenprofilen sowie aus zahlreichen Proben für Makro- und Mikrofossilien aus Fundstellen und den umgebenden Bereichen (Dieckmann, Maier 2003). Diese Proben sollten auch gut datiert sein. Böden und Relief können weitere Hinweise liefern (Dincauze 2000, 378 f.). Solche Karten sind jedoch extrem aufwendig und Ergebnis zahlreicher Annahmen und Interpretationen (zur Methodik siehe auch Jacomet, Kreuz 1999).

Rekonstruktionen der Biosphäre sind prinzipiell möglich. Keith Wilkinson und Chris Stevens führen zum Beispiel verschiedene Unkräuter an, anhand derer man ehemalige Feldfluren lokalisieren kann (Wilkinson, Stevens 2003, 182 ff.). Vergangene Fluren lassen sich auch direkt über Luftbilder (siehe Abb. 19) oder anhand von Pflugspuren, welche sich gelegentlich unter prähistorischen Grabhügeln finden, beobachten. Bodo Dieckmann und Ursula Maier konnten aufgrund langjähriger paläobotanischer Untersuchungen eine detaillierte Kartierung der Landschaft um die Siedlung von Hornstaad Hörnle IA erstellen (Dieckmann, Maier 2003). Auch Sally Exon et al. hatten bei ihren Studien in der Landschaft um Stonehenge solche Karten zur Verfügung (Exon et al. 2000, 20). Solche Rekonstruktionen sind jedoch in der Regel nur für kleinere Flächen möglich und lassen sich kaum für größere Gebiete erstellen.

Detaillierte Kartierungen von Vegetationszuständen eines größeren Gebietes sind also rar. Eine detaillierte Vorstellung der Vegetation eines Untersuchungsraumes ist jedoch für manche Methoden kultureller Interpretation einer Fundstellenverteilung oder des Landschaftskontextes zu einer Fundstelle wünschenswert und notwendig. So ist ein häufig geäußerter Kritikpunkt an der Verwendung von Sichtbarkeitskarten, dass die Karten aufgrund fehlender ausreichend genauer Karten zu Paläovegetation fast immer unter der Vernachlässigung von Vegetation berechnet werden. Beim Vorhandensein von Wäldern, könnte sich die von einem Standpunkt aus sichtbare Fläche jedoch dramatisch verkleinern (Wheatley, Gillings 2000, 5; Gillings, Wheatley 2001, 32). Zwar ist dieser Effekt in der realen Welt saisonal unterschiedlich ausgeprägt (Wheatley, Gillings 2000, 6), sodass man bei uns im Winter selbst von einem mitten in einem Wald gelegenen Standpunkt je nach Topografie ein durchaus großes Gebiet einsehen kann. Dies lässt sich jedoch mit den heute gebräuchlichen Algorithmen nicht berechnen, was André P. Tschan et al. anhand einer Studie zu einer mesolithischen Fundstelle in Polen zeigten (Tschan et al. 2000, 41 ff.). Ähnliche Probleme fehlender Daten zur Paläovegetation ergeben sich auch im phänomenologischen Ansatz (vgl. Kapitel 13.1) bei dem sich Christopher Tilley und andere durch die heutige Landschaft bewegen und auf diese Weise versuchen, Rückschlüsse auf die Wahrnehmung eines Individuums etwa der Bronzezeit zu erhalten.

8.3 Beschreibung der kulturellen Struktur

Kulturlandschaft ist die Manifestation einer langen Kette von raumwirksamen Ereignissen und Entscheidungen, die mit unterschiedlicher Intensität über einen kürzeren oder langen Zeitraum nachwirken und spätere raumwirksame Entscheidungen beeinflussen. Menschliches Denken und Handeln sind also immer räumlich und haben somit auch Auswirkungen auf den Raum beziehungsweise die Landschaft, in der wir leben. Menschliches Verhalten erzeugt die kulturelle Struktur einer Landschaft. Siedlungen, Gräberfelder, Verkehrswege, Fluren oder Monumente sind ihre Elemente und als solches nicht zufällig verteilt, sondern ergeben ein räumliches Muster, welches Rückschlüsse auf die Lebensweise ihrer Erschaffer zulässt. Dazu müssen die Relikte kultureller Struktur zunächst einmal erkannt, räumlich abgegrenzt, zeitlich eingeordnet und funktional bestimmt werden.

8.3.1 Siedlung und Gemeinschaftsraum

Die Hinterlassenschaft früherer Menschen besteht nicht nur aus Siedlungen und Bestattungsplätzen. Menschliches raumwirksames Handeln kann und darf man nicht auf einzelne Punkte einer Karte reduzieren. Menschliches Wirken hat eine räumliche Ausdehnung, wobei – zumindest bei sesshafter Lebensweise – vor allem der Raum um einen zentralen Bezugs- und Ausgangspunkt genutzt wird.

Dieser Umstand 1970 erstmals von Claudio Vita-Finzi und Eric Higgs durch das Konzept der Umfeldanalyse in der archäologischen Forschung etabliert (Vita-Finzi, Higgs 1970). Selbst wenn in Kombination mit der Theorie der Thünenschen Ringe die Prämissen (homogener Raum, Homo oeconomicus) immer wieder der Kritik ausgesetzt waren, so ist in jedem Fall von einem Umfeld zu einer Siedlung auszugehen, egal wie es organisiert war. Problematisch sind jene Umfeldanalysen, welche von fixen Radien oder fixen „Energiekosten" bei Cost-Surfaces (vgl. Kapitel 16.3) ausgehen. Hier kommt es einerseits immer wieder zu Überschneidungen zwischen zwei benachbarten Umfeldern (z. B. Saile 1998, Abb. 138) oder zu „ungenutzten" Räumen, die von den Radien nicht erfasst werden. Insofern erscheint eine Tesselierung (vgl. S. 283), eventuell auf Basis eines Cost-Surfaces eher angebracht. Das Problem, welches sich bei beiden Arten der Berechnung des Umfeldes stellt, sind Fundlücken und die Beurteilung der Gleichzeitigkeit im Verbreitungsbild.

Dennoch erscheint die Umfeldanalyse als eine wichtige Möglichkeit, vom punktuellen hin zum flächendeckend räumlichen Denken zu gelangen, welches Evžen Neustupný als eine prinzipielle Notwendigkeit der Landschaftsarchäologie erkennt (Neustupný 1998b, 11). Die abstrakte Fundverteilung suggeriert nämlich ein stationäres Dasein, welches nach John C. Barett et al. nur „Gefangene und Gebrechliche" führen (Barrett et al. 1991, 7). Erst das Konzept von sich flächenhaft ausdehnenden Lebensräumen, in denen sich der Mensch bewegte, wird dem prähistorischen Leben selbst gerecht. Neustupný entwickelte in diesem Sinne das Konzept des Gemeinschaftsraumes (*community area*), anhand dessen er die Dichotomie von Siedlung und Bestattung überwinden will.

Grundlage seines Konzeptes ist die Gemeinschaft, welche in ihrer simpelsten Form aus Familie und Verwandtschaft (*communality of assent*) (Forbes 2007, 173; Bargatzky 1986, 34 f.), oder in komplexeren Formen aus einer Zweckgemeinschaft (*communality to economise*) oder einer erzwungenen Gemeinschaft (*communality of enforcement*) bestehen (Roberts 1996, 35 ff.). Innerhalb und zwischen den Gemeinschaften existieren komplexe soziale Verhältnisse, welche letztendlich mehr oder weniger stabile Raumverhältnisse schaffen (Neustupný 1998b, 10). Während sich die Ansiedlung selbst innerhalb des Umfeldes lagemäßig verändern kann, indem sie in geringer Entfernung neu errichtet wird, bleibt der Gemeinderaum oft derselbe. Man spricht daher anstelle von Orts- oder Siedlungskontinuität von einer „Raumkontinuität der Gemeindegebiete" (Schade 2000, 187).

Entsprechende, dieses Konzept unterstützende Beobachtungen wurden bereits an vielen Orten getätigt: Rainer Schreg konnte anhand von zahlreichen Beispielen in Deutschland vom Frühmittelalter bis zur Neuzeit anstelle einer Ortskontinuität vielfach eine Raumkontinuität beobachten (Schreg 2008). Angela Simons beobachtete solche Kontinuitäten auch in den Niederrheinischen Lössbörden zwischen Urnenfelderzeit und Frühlaténe (Simons 1989, 185). Henrik Thrane konstatiert in Bezug auf die bronzezeitlichen Siedlungen im Dänischen Odsherred: „… the settlements may or may not move, but they remain within a given area in some way or other defined from the neighboring territories" (Thrane 1991, 124). Auch in Vorbasse, Dänemark, konnte eine über 1.000 Jahre lange Besiedlung mit einem sich um ein Zentrum herum verlagernden Kern untersucht werden (Hvass 1982, Abb. 5).

Auch wenn es innerhalb eines Gemeinschaftsraums nicht zusammenhängende Gebiete unterschiedlicher Aktivität gibt (Neustupný 1998b, 11), erscheint die flächendeckende Nutzung eines Gebietes wichtig. So trivial dies klingen mag, hat die Betonung dieses Umstandes seine Berechtigung: So sind in deutschsprachigen archäologischen Standardwerken die „Hauptkategorien urgeschichtlicher Quellen" noch immer fundbasiert. Konkret schreibt zum Beispiel Manfred Eggert: „In der deutschsprachigen Archäologie ist es seit Langem üblich, die urgeschichtlichen Quellen in drei Hauptklassen einzuteilen, nämlich in Grabfunde, Siedlungsfunde und Hortfunde" (Eggert 2005, 56). Auch wenn Eggert die Namen mehr kontextbezogen abändert und von „Gräbern, Siedlungen und Horten" schreibt (Eggert 2005, 56), ändert dies nur wenig an der fundzentrierten Sichtweise. Dies zeigt sich anhand der Siedlungen, wo Felder oder Entnahmegruben als „Außenwelt" bezeichnet werden und somit zur gleichen Kategorie wie das „überregionale Besiedlungsnetz" gehören (Eggert 2005, 77).

Beim Konzept des Gemeinschaftsraumes wird anstelle der diskreten punktuellen Lage von Siedlung und Bestattungsplatz der gesamte Siedlungsraum mit Ansiedlung, Ställen, Wirtschaftsgebäuden, Handwerksplätzen, Fluren, Wegen, Opferplätzen, Grenzen, Zäunen, Befestigungen, Bestattungsplätzen, Entnahmen, etc. wichtig. Im Umfeld von Siedlungen gab es somit eine große Anzahl von Aktivitätsbereichen, welche Spuren in Form von Strukturen,

Artefakten und Ökofakten hinterließen und deren räumliche Verteilung und Verbreitung sich durch die Zeit hindurch veränderten. Die materielle Hinterlassenschaft tritt daher oft über weite Gebiete auf und bedarf für ihre weitere Beurteilung und Interpretation einer Diskretisierung als Fundstelle mit ihren räumlichen, zeitlichen und funktionalen Attributen.

8.3.2 Die archäologische Fundstelle

Die archäologische Fundstelle ist eines der wichtigsten archäologischen Konzepte. Viele zurzeit verwendete Techniken landschaftsarchäologischer Analyse arbeiten mit diskreten funktionalen und chronologischen Einheiten materieller Hinterlassenschaft, welche georeferenziert vorliegen müssen. In der Archäologie werden diese gemeinhin als Fundstelle (*site*) bezeichnet, wobei es überrascht, dass es noch keine universelle Definition dieses Konzeptes gibt (Neubauer 2008). Für die Landschaftsarchäologie und vor allem für die archäologische Prospektion ist dies jedoch ein Desiderat, da zum gegenwärtigen Zeitpunkt mit dem Begriff Fundplatz/Fundstelle durchaus Unterschiedliches gemeint ist. Thomas G. Whitley formuliert es treffend:

„… the site must be a valid and useful concept to explain human activity" (Whitley 2004, 6).

Während man in der internationalen englischsprachigen Literatur unzählige „Definitionen" findet, muss man im deutschsprachigen Raum schon etwas länger suchen. Die Begriffe Fundplatz oder Fundstelle haben zum Beispiel keinen Eintrag im Reallexikon. Auch in grundlegenden konzeptionellen und methodischen Arbeiten zur Ur- und Frühgeschichte (Eggers 1986; Eggert 2005) findet sich keine nähere Beschreibung des Begriffes „Fundstelle". Vielmehr spricht man von Klassen materieller Hinterlassenschaft, wie Grab, Siedlung und Hort (Eggers 1986, 264 ff.; Eggert 2005, 82 ff.). Was nicht ins Schema passt oder in seiner Interpretation unklar ist, wird unter der Kategorie „Einzelfunde" subsumiert (Eggert 2005, 56). Diese Klassen sind, wie ja der Name sagt, bereits erfolgte Interpretationen von Funden und Strukturen, welche auf die im deutschsprachigen Raum vorherrschende antiquarische Auswertung abgestimmt sind. Siedlung, Grab und Hort werden dabei als Filter betrachtet („negative und positive Auslese" – Eggers 1986, 267 f.), welche in einer typochronologischen Auswertung berücksichtigt werden müssen (Eggers' These-Antithese-Synthese: Eggers 1986, 275 ff.). Darüber hinausgehende Implikationen interessieren nicht und bedürfen daher offensichtlich keiner Klärung.

Dies verwundert umso mehr, als denkmalpflegerische Unterschutzstellungen einer Klärung der räumlichen Abgrenzung von Fundstellen bedürfen. Auch für landschaftsarchäologische Fragestellungen oder wenn man die im Rahmen von Prospektionsprojekten gefundenen Spuren materieller Hinterlassenschaft zusammenfassen und gliedern möchte, reicht diese Kategorisierung zumeist nicht aus. Bei den Analysemethoden, welche raumzeitlich und funktional unterscheidbare diskrete Einheiten benötigen (zum Beispiel die in der prozessualen Archäologie verwendeten Modelle – vgl. Kapitel 12.1.2), kommt man mit den in der deutschsprachigen Archäologie definierten Klassen nicht weiter, da sie fundbezogen sind.

Man benötigt also eine universell gültige Definition des Begriffes Fundstelle, welche seine dreidimensionalen räumlichen Aspekte klar umschreibt. Archäologische Aussagekraft sowie funktionale und chronologische Aspekte sind natürlich auch von Bedeutung, aber nicht Inhalt der Definition der Fundstelle, sondern Ergebnis ihrer archäologischen Interpretation. Wolfram Schier (Schier 1990, 40) und später Thomas Saile (Saile 1998, 33) bezeichnen deshalb den Fundplatz als „kleinste räumliche Einheit der Analyse", während die Fundstelle die „kleinste räumlich-chronologische Einheit" darstellt. Es handelt sich hierbei jedoch um keine Definition (und als solche war sie auch von den Autoren nicht gedacht), sondern um eine Feststellung.

In der englischsprachigen Literatur ist die Situation etwas andersgeartet, wenn auch im Endeffekt nicht viel besser. Zwar wurden in unzähligen Versuchen Definitionen des Begriffs „site" vorgenommen, keine jedoch ist wirklich aussagekräftig oder universell gültig. Definitionen wie „Traditionally, sites are places, where artefacts are found. … As such, they are the basic entities of archaeological analysis" (Dunnell, Dancey 1983, 271 – es sei jedoch betont, dass diese Definition nicht die Meinung von Robert C. Dunnell und William S. Dacey wiedergibt – vielmehr verwenden sie diese als Ausgangspunkt für ihre Kritik am Konzept der Fundstelle) oder „Fundstellen sind Plätze, an denen man etwas archäologisch Relevantes findet" sind zwar prinzipiell nicht falsch, aber auch nicht hilfreich. Timothy Darvill schreibt im Concise Dictionary of Archaeology zum Begriff *site*:

„1. Any place where objects, features, or ecofacts manufactured or modified by human beings are found. A site can range from a living site to a quarry site, and it can be defined in functional and other ways. 2. A term used to define places of archaeological interest. Typically, they are assumed to be places where human activity took place in the past, but the term also refers to places where archaeologists are working in the present (which may not necessarily be the place of activity in the past)" (Darvill 2002, 392).

Auch diese Definitionen überzeugen nicht. Die unter Punkt 1 genannte Definition ist ein Gemeinplatz, während

die unter Punkt 2 definierten Vorgaben auch – um es provokant zu formulieren – unter anderem auch durch ein Wirtshaus, in dem sich die Teilnehmer einer archäologischen Konferenz treffen, erfüllt werden.

Viele Versuche einer Definition entspringen dem Umfeld der systematischen Feldbegehungen. Hier stieß man nämlich relativ früh auf die Frage, in welcher Form man großflächige Artefaktstreuungen interpretieren sollte, und ab wann man diese als Fundstelle bezeichnen könne – es geht also neben einer Generierung von Fundstellen aus Oberflächenfunden um deren räumliche Abgrenzung.

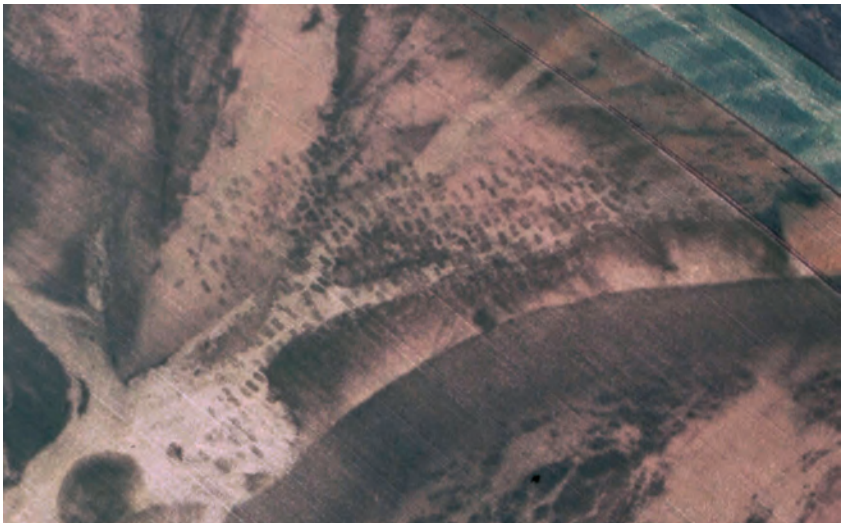


Abb. 34: Frohsdorf, NÖ. Awarisches Gräberfeld mit über 300 Bestattungen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Meist wurde die Unterscheidung zwischen Fundstelle und Umgebung (site und off-site) anhand des Kriteriums der Dichte einer Fundstreuung vorgenommen, wobei die Frage: „Wie dicht muss eine Artefaktstreuung sein, um als Fundstelle zu gelten?" praktisch von jedem Autor in Abhängigkeit der Gegebenheiten des Projektes unterschiedlich beantwortet wurde. Diese Problematik wird weiter unten noch ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 10.2.2.3). So praktisch diese „Definitionen" auch für die einzelnen Projekte gewesen sein mögen, sie sind weder universell noch befriedigend und wurde daher zu Recht kritisiert (Fentress 2000, 48; Haselgrove 1985, 9; Bintliff 2000b, 206f.; Kuna 1998a, 77). Anstelle einer völlig neuen Konzeption der Definition bezieht sich die Kritik jedoch in erster Linie auf die Verwendung der Funddichte als einziges Kriterium. Man müsse auch die qualitative Zusammensetzung der Funde als Kriterium heranziehen (u. a. Fentress 2000, 48), wobei gerade bei dieser Argumentation deutlich wird, dass man mit Site eigentlich „Siedlung" versteht und die qualitative Analyse dazu dient, diese von Aktivitäten außerhalb der Siedlung (Off-Site) abzugrenzen. Andere wollen deshalb das Konzept der Fundstelle überwinden und Analysen auf Basis der dokumentierten Artefaktstreuung durchführen, wo in der Folge wiederum Aktivitätszonen auf Basis von Oberflächenfunden rekonstruiert werden (Dunnell, Dancey 1983).

Die größte Schwachstelle dieser Definitionsversuche der Proponenten systematischer Feldbegehung ist, dass es sich nicht um Definitionen, sondern Ad-hoc-Bestimmungen und Interpretationen handelt (vgl. Alcock et al. 1994, 138). Außerdem sind sie auf die Auffindung von Artefakten begrenzt und vernachlässigen andere Prospektionsmethoden beziehungsweise die Möglichkeit, dass es auch Fundstellen geben könnte, die sich nicht durch oberflächliche Artefaktstreuungen hervortun. Wie auch immer eine Fundstelle definiert wird, eine quantitative und qualitative Analyse von Artefakten stellt diesen „Definitionen" nach das einzige Kriterium dar. Somit sehen sie über die beschränkten Möglichkeiten der Feldbegehung zu einer vollständigen Erfassung ehemaliger Aktivitätsgebiete hinweg und erzeugen dadurch ein bisweilen ernsthaftes Problem für Landschaftsarchäologie und Denkmalschutz. Ein sehr anschauliches Beispiel ist das durch eine luftbildarchäologische Befliegung entdeckte mittelawarenzeitliche Gräberfeld von Frohsdorf bei Wiener Neustadt mit über 300 Bestattungen, welches nach diesen Kriterien nicht als Fundstelle einzustufen ist. An der Oberfläche zeigte sich bei Begehungen nämlich kein einziges Artefakt oder Ökofakt (Abb. 34).

Auf Oberflächenartefakte bezogene Definitionen von Fundstelle können daher nicht universell, sondern nur projektbezogen gemeint sein. Projektbezogene „Definitionen" können im Einzelfall zwar durchaus hilfreich sein, sind aber reduktionistisch: Es wird nur der Teilbereich möglicher archäologischer Hinterlassenschaft tatsächlich als Fundstelle gewertet, der durch die angewandte Methode entdeckt werden kann. Das Konzept der Fundstelle darf nicht an die in einem Projekt möglichen Methoden angepasst werden, vielmehr muss das Projektdesign – sofern tatsächliches Interesse besteht, die materielle Hinterlassenschaft möglichst umfassend zu dokumentieren – an ein universelles Konzept der Fundstelle angepasst werden.

Einen Ausweg bietet die von Wolfgang Neubauer (2008) in einem noch unpublizierten Manuskript zur archäologischen Stratigrafie vorgeschlagene Definition:

„Unter einer archäologischen Fundstelle verstehen wir ein begrenztes geografisches Gebiet, das eine hauptsächlich durch den Menschen oder durch menschliche Einwirkung (man-made) entstandene archäologische Stratifikation aufweist" (Neubauer 2008).

Im Gegensatz zur geologischen Stratifikation sind archäologische Stratifikationen räumlich dreidimensional begrenzt. Deshalb eignet sie sich zu einer universellen Definition eines maßstäblich unabhängigen Konzeptes der archäologischen Fundstelle. Neubauers Definition ist daher auch Grundlage der folgenden Abschnitte dieser Arbeit. Ihr Vorteil ist, dass sie unabhängig von einer Prospektionsmethode weltweit Gültigkeit besitzt. Die kulturelle Struktur der Landschaft wird dadurch eindeutig diskretisierbar und kann somit als Ausgangspunkt für unterschiedliche Analysen dargestellt werden. Aus landschaftsarchäologischer Sicht ergeben sich daraus jedoch einige Konsequenzen:

1. Es macht es nur Sinn, von einer Fundstelle zu sprechen, wenn konkret Belege für eine menschliche Präsenz vorhanden sind. In dieser Definition sind daher natürliche Landschaftselemente und Formationen nicht berücksichtigt. Auch wenn häufig Grund zur Annahme besteht, dass diese für den (prä-)historischen Menschen Bedeutung hatten, obwohl sie vom damaligen Menschen eventuell nie betreten wurden (z. B. ein Berggipfel), so handelt es sich dabei archäologisch gesehen nicht um Fundstellen. Eine ehemalige Bedeutung ist aus landschaftsarchäologischer Sicht wichtig, kann jedoch ohne erkennbare Spuren menschlicher Präsenz nur indirekt erschlossen werden (historische Quellen, Darstellungen, Ausrichtung von Strukturen, Fundstellenverteilungen, etc.); das Erkennen einer (prä-)historischen Bedeutung natürlicher Elemente ist somit nicht Ausgangspunkt, sondern Ergebnis einer landschaftsarchäologischen Interpretation.

2. Die Definition bezieht sich auf den jeweils momentanen Zustand einer Stratifikation: Auch wenn diese einem ständigen Wandel unterzogen ist (durch Erosion, Turbationen aber auch durch Überbauung, anthropogene Abtragung etc.), der mit dem allerersten Eingreifen des Menschen in die natürliche, geologische Schichtung begann, so entspricht die Fundstelle definitionsgemäß der zum momentanen Zeitpunkt vorhandenen Ausdehnung der Stratifikation. Aus grabungstechnischer (Beschreibung der Stratifikation) und denkmalpflegerischer (räumlich abgegrenzte Unterschutzstellung) Sicht ist diese Definition somit zufriedenstellend. Landschaftsarchäologisch gesehen erscheint es wichtig, die historische Entwicklung einer Fundstelle nachzuvollziehen, und einzelne chronologische und funktionale Teilbereiche zu rekonstruieren und zu diskretisieren. Erst dadurch lassen sie sich in einen räumlichen, zeitlichen und funktionalen Kontext mit anderen Fundstellen setzen.

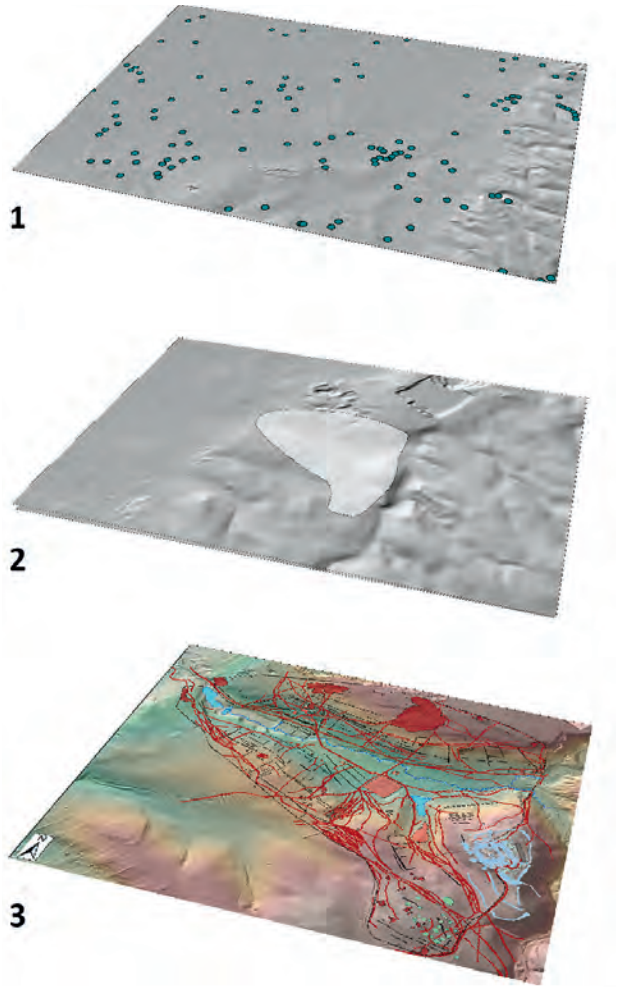


Abb. 35: Unterschiedliche Maßstabsebenen bei der Beschreibung der kulturellen Struktur (Grafik: Michael Doneus).

3. Im Prinzip ist jedes einzelne Artefakt, welches an der Oberfläche gefunden wird, eine für sich gesehen minimale Stratifikation eingebettet und kann somit als Fundstelle gelten. Dies hat eine wichtige Implikation: Jedes einzelne Artefakt hat eine Bedeutung und kann Informationen zur Analyse der archäologischen Landschaften beisteuern. Ob diese für die jeweilige Fragestellung von Interesse sind, muss anhand zusätzlicher qualitativer Kriterien beurteilt werden.

Die Beschreibung, Diskretisierung und Abstraktion von Fundstellen kann auf unterschiedlichen Maßstabsebenen erfolgen (Abb. 35). Diese reichen von der dreidimensionalen Form und Abgrenzung der Strukturen und ihrer Stratifikation selbst, über ein begrenzendes Polygon der minimal bekannten Ausdehnung der Fundstelle bis zu ihrer symbolischen Abstraktion als Punkt. Die zu verwendende Ebene der Abstraktion ergibt sich aus der Fragestellung. So werden punktuelle Darstellungen vor allem bei groß-

räumigen Untersuchungen verwendet, wie sie häufig in der kulturhistorisch und prozessual geprägten Siedlungs- und Landschaftsarchäologie vorkommen. Punkte sind besonders einfach in einem GIS darzustellen und mit physischen Variablen zu verschneiden. Häufig wird dabei das Umfeld (*site catchment*) mit berücksichtigt. Begrenzendes Polygon bzw. die minimale Ausdehnung einer Fundstelle dienen mitunter bei der Bestimmung der Bedeutung / Zentralität der ehemaligen Siedlung. Dabei ist zu bedenken, dass die flächenmäßige Größe kein Kriterium für die Bedeutung einer Fundstelle ist, zumal in den meisten Fällen das detaillierte Wissen um die Gleichzeitigkeit der Strukturen innerhalb der Ausdehnung fehlt.

Im Gegensatz zur physischen Struktur, welche zumindest in ihrem heutigen Zustand mehr oder weniger leicht zu bestimmen und zu vermessen ist, benötigt es in Bezug auf die kulturelle Struktur der Landschaft ein vorheriges Entdecken und Erkennen. Dieses ist nur über die archäologische Prospektion möglich, welche auch die Interpretation als beschreibende Komponente mit einschließt. Der archäologischen Prospektion kommt somit eine Schlüsselrolle innerhalb der Landschaftsarchäologie (aber auch in Siedlungs- und Umweltarchäologie) zu. Die nächsten Kapitel werden sich ihr deshalb im Detail widmen.

Teil 3 – Vom Entdecken in der Landschaftsarchäologie

Im Kapitel zur kulturellen Struktur der Landschaft konnte gezeigt werden, dass (1) Landschaften gewolltes aber auch ungewolltes Ergebnis menschlicher Handlungen sind und (2) der Mensch nicht an einem Punkt gesiedelt, sondern innerhalb eines bestimmten Bereiches gelebt und diesen für seine unterschiedlichen Aktivitäten genutzt hat. So trivial diese Feststellung auch sein mag, hat sie doch Auswirkungen vor allem auf die deutschsprachige Siedlungsarchäologie: Hans Jürgen Eggers nannte vor allem drei Hauptklassen der materiellen Hinterlassenschaft: Grab, Siedlung und Hort (Eggers 1986, 264 ff.). Nicht näher kategorisierbare Funde aus Begehungen werden als „Einzelfunde" zusammengefasst (Eggert 2005, 56). Manfred Eggert führt zusätzlich noch Kultstätten, Werkplätze, Verkehrsmittel und Verkehrseinrichtungen, Felsbilder sowie „weitere Quellengattungen", wie zum Beispiel Schlachtfelder, Menhire oder Moorleichen an (Eggert 2005, 82 ff.). Herbert Jankuhn unterscheidet außerdem noch „Burgen", womit er das breite Spektrum aller befestigten Orte zusammenfasst (Jankuhn 1977, 20). In vielen siedlungsarchäologischen Arbeiten werden jedoch nur Siedlungen und eventuell Bestattungen für die Analysen herangezogen.

Die Betonung eines Gemeinschaftsraumes anstelle der Siedlung (vgl. Kapitel 8.3.1), in welchem neben der Ansiedlung selbst unterschiedlichste Aktivitäten stattfanden, egal ob sie sich archäologisch fassen lassen oder nicht, ist daher nicht trivial, sondern eine Notwendigkeit. Auch wenn der Gemeinschaftsraum als ein zusammenhängendes Gebiet betrachtet werden muss, in dem jedes Fleckchen in irgendeiner Weise genutzt wurde (sei es als Ort der Ansiedlung, als Garten, Acker- und Weideland, zum Bestatten der Verstorbenen, zur Beschaffung von Rohstoffen, etc.), so hat nur ein Teil der ehemaligen Aktivitäten einen materiellen Niederschlag im Boden hinterlassen, von dem sich wiederum nur ein geringer Teil bis heute erhalten hat und somit direkt archäologisch beobachtbar ist. In der archäologischen Praxis haben wir daher keine Gemeinschaftsräume mehr vor uns, sondern Siedlungsgebiete mit meist diskreten, mehr oder

weniger klar abgrenzbaren Fundstellen, die wir – sofern genügend Information zur Verfügung steht – ehemaligen Aktivitäten zuschreiben können. Ein archäologisch untersuchtes Gebiet wird daher in der Archäologie allgemein in eine Dichotomie von Fundstelle und Nicht-Fundstelle eingeteilt. Letztere werden in englischsprachigen Publikationen auch „*Off-site*" Zonen genannt (vgl. Neustupný 1998b, 10 f.).

In der landschaftsarchäologischen Praxis müssen wir ehemalige Aktivitäten anhand ihrer Hinterlassenschaft unterscheiden in jene, die heute archäologisch direkt (Stratifikation, Artefakte) oder indirekt (Ökofakte – z. B. Pollenprofil) beobachtbar sind und solche, welche keinen heute erkennbaren materiellen Niederschlag aufweisen. Letztere können wir nur in Modellvorstellungen berücksichtigen, aber nicht direkt nachweisen. Im Rahmen der Landschaftsarchäologie ist es zunächst erforderlich, jene Aktivitätsbereiche eines ehemaligen Gemeinschaftsraumes, welche in irgendeiner Art und Weise noch beobachtbar sind, möglichst zerstörungsfrei und großflächig zu erkennen, zu interpretieren und zu kartieren. Dies ist Aufgabe der archäologischen Prospektion.

Als Vermittler der Grundlagendaten zur kulturellen Struktur kommt der archäologischen Prospektion eine wichtige Rolle innerhalb der Landschaftsarchäologie zu. Aus diesem Grund wird ihr im Folgenden breiter Raum gewidmet. Keine Prospektionsmethode ist in der Lage, allein die für landschaftsarchäologisches (aber auch siedlungs- und umweltarchäologisches) Arbeiten notwendigen Daten zur räumlichen Abgrenzung sowie chronologischen und funktionalen Ansprache materieller Hinterlassenschaft allein zu liefern. Diese bereits seit Längerem bekannte Erkenntnis hatte bislang kaum Auswirkungen auf die landschaftsarchäologische Praxis: Trotz eines mittlerweile großen Repertoires an Prospektionsmethoden stützen sich viele landschaftsarchäologische Projekte in erster Linie auf die methodisch äußerst problematische Feldbegehung.

Im Zuge der eingehenden Zusammenfassung des gegenwärtigen Standes der wichtigsten Methoden sowie der Diskussion ihrer methodischen Probleme soll deshalb in diesem Teil deutlich gezeigt werden, dass sich Landschaftsarchäologie immer auf ein breites Spektrum archäologischer Prospektionsmethoden stützen muss. Zudem wird gezeigt, dass vor allem die im deutschsprachigen Raum häufig vernachlässigte Luftbildarchäologie – und hier vor allem das kombinierte Arbeiten mit Senkrechtaufnahmen – gerade für landschaftsarchäologische Fragestellungen ein größeres Potenzial hat, als bislang angenommen.

9. Die Dynamik materieller Hinterlassenschaft

Um zu verstehen, wie und mit welchen Methoden die materielle Hinterlassenschaft erkannt und kartiert werden kann, bedarf es einer Vorstellung über jene Prozesse, die bei Entstehung und Wandel beteiligt waren. Die materielle Hinterlassenschaft, so wie sie sich zum gegenwärtigen Zeitpunkt überliefert hat, ist die Manifestation ehemaliger Aktivitäten und kann aufgrund ihrer Stratifikation in Fundstellen diskretisiert werden. Jede Stratifikation ist Ergebnis von zahlreichen, zum Teil komplexen Prozessen des Entstehens, des Wandels und der Zerstörung. Eine Stratifikation ist niemals „abgeschlossen", sie unterliegt einem ständigen, dynamischen Wandel. Wichtig erscheint, dass menschliche Aktivitäten neue Stratifikationen erzeugen oder bestehende Stratifikationen durch zusätzliche Ablagerungen oder Zerstörung bereits bestehender Schichten verändern. Natürliche Prozesse wirken hingegen ausschließlich verändernd oder zerstörend.

Im Prinzip geht es um die Problematik, auf welche Hans Jürgen Eggers bereits durch sein Dreistufenmodell (lebende – tote – wiederentdeckte Kultur) aufmerksam gemacht hatte (Eggers 1951, 24): Zwischen den kulturellen Manifestationen einer lebenden Bevölkerung und den von Archäologen aufgefundenen Hinterlassenschaften wirkten zahlreiche Mechanismen, welche ein Verbreitungsbild verzerren können. Prinzipiell sind dabei zwei Themenkreise von Interesse, und zwar die Mechanismen des dynamischen Wandels und sein Effekt auf die materielle Hinterlassenschaft.

Lewis Binford (1977b) und Michael Schiffer (1987) haben sich im Rahmen der prozessualen Archäologie mit dieser Problematik auseinandergesetzt und die Theorie der archäologischen Formationsprozesse (MRT – *Middle Range Theory*) formuliert (Binford 1977b; Schiffer 1987). M. Schiffer unterscheidet dabei kulturelle und natürliche Formationen. Ähnlich argumentiert auch Evžen Neustupný, wenn er die Veränderungen zwischen lebender Kultur und materieller Hinterlassenschaft in prä-depositionale Transformationen (etwa das Abfallverhalten in der lebenden Kultur), Exit-Transformationen (zum Zeitpunkt der Depotnierung – z. B. die Niederlegung einer bewussten Auswahl an Artefakten) sowie post-depositionale Transformationen klassifiziert (Neustupný 1998c, 45; siehe auch Schier 1990, 46 f.).

Colin Haselgrove unterscheidet bei der lagemäßigen Rekonstruktion ehemaliger Aktivitäten, Ablagerungen als primären und sekundären Müll (Haselgrove 1985, 16). Als primär bezeichnet er jenen, der dort, wo er entsteht, zugleich auch abgelagert bleibt – etwa bei der Werkzeugherstellung. Dieser eignet sich zur Rekonstruktion von Aktivitätsgebieten. Sekundärer Müll wird nach einer Säuberung in Gruben oder auf Müllplätzen abgelagert. Die Lageinformation der ursprünglichen Aktivität geht somit verloren, sofern sich diese nicht in einer Stratifikation abzeichnet oder wenn die Feldbegehung als einzige Art der Quellengewinnung genutzt wird. Dennoch ist auch die Säuberung und Entsorgung des Mülls eine Aktivität, deren Rekonstruktion dem Archäologen durchaus wertvolle Einblicke in das Verhalten der untersuchten Menschen geben kann.

9.1 Entstehung von Fundstellen bzw. deren Stratifikation

Es erweist sich als zweckmäßig für die kommenden Ausführungen, die menschlichen Aktivitäten in zwei Gruppen einzuteilen:

1. Aktivitäten, welche die Form und/oder Struktur der Erdoberfläche und des oberflächennahen Untergrundes mehr oder weniger deutlich veränderten, wie das Errichten von Ansiedlungen mit Speichergruben, Kellern und sonstigen Gebäuden, das Umbrechen eines Bodens für den Ackerbau, das Ausheben eines Grabens, das Aufschütten von Wällen und Grabhügeln oder die Errichtung von Monumenten. Diese Aktivitäten hinterließen Artefakte sowie mehr oder weniger deutliche Spuren im Boden. Auch das Roden eines Waldes kann man zu diesen Aktivitäten zählen, da bei einer Brandrodung durch die Hitzeeinwirkung oberflächennahe Mineralien verändert werden können, und da die Zerstörung der Bodenvegetation auslösender Faktor für erosive Prozesse ist.

2. Aktivitäten, welche keine Auswirkungen auf die Form und Struktur der Oberfläche und des oberflächennahen Untergrundes selbst hatten. Diese Gruppe beinhaltet mit Sicherheit einen Großteil der alltäglichen Handlungen, wie zum Beispiel die Herstellung eines Steingerätes, das Mahlen von Mehl, Düngen von Gärten und Feldern oder die anderweitige Entsorgung von Müll. Sofern diese Aktivitäten überhaupt Spuren hinterlassen, sind diese in erster Linie Anhäufungen von Artefakten an der Erdoberfläche.

Spuren dieser Aktivitäten bilden archäologische Quellen und werden im deutschen Sprachgebrauch häufig als „Funde" und „Befunde" bezeichnet. Der Begriff „Befund" ist seiner Definition nach der Kontext der Funde, „die Gesamtheit historisch aussagefähiger Beobachtungen in archäologischen Fundsituationen" (Eggert 2005, 52). Unter einem Fund versteht Manfred K.H. Eggert:

"… konkrete Objekte der materiellen Kultur, das sogenannte *Sachgut*, als auch sonstige kulturelle und natürliche Materialien …, aus denen Erkenntnisse über die ur- und frühgeschichtlichen Menschen und seine biophysische Umwelt gewonnen werden können" (Eggert 2005, 52).

Funde sind dieser Definition nach sogenannte Artefakte und Ökofakte. In Definitionen der englischen Literatur wird der Begriff des Artefaktes etwas weiter gefasst. Neben Gegenständen umfasst er auch Gebäude und Monumente, beinhaltet also alles, was irgendwie von Menschenhand geformt und errichtet wurde:

„… any object which has been modified, fashioned, or manufactured according to a set of humanly imposed attributes, including tools, weapons, ornaments, utensils, houses, buildings, etc. Artefacts are the basic components of material culture" (Darvill 2002, 25).

Für die in diesem Kapitel angestellten Überlegungen zur archäologischen Prospektion scheint diese Definition zu weit gefasst. Eine Unterscheidung zwischen mobilen und immobilen Artefakten erscheint sinnvoll. Als mobil werden Werkzeug, Waffen, Keramik, aber auch Überreste von Gebäuden, wie Ziegel, Steine, Mörtel etc. verstanden, die beweglich sind und etwa durch das Pflügen verlagert werden können. Gruben, Gräben, Ruinen oder Mauerfundamente etc. sind prinzipiell immobil, auch wenn Teile von ihnen erodieren können. Für diese wird in der Folge der Begriff „strukturelle Artefakte" bzw. „Strukturen" verwendet.

Die Errichtung von *Strukturen* geht immer auch mit Veränderungen der Form und Struktur der Erdoberfläche einher. Beim Ausheben von Guben und Gräben wird das Bodenprofil oder eine bereits bestehende Stratifikation lokal irreversibel zerstört. Sofern diese Strukturen nicht stabilisiert werden, beginnen sie sofort zu erodieren und sich mit Sediment zu füllen. Durch Verwitterung der Seitenwände infolge von Frost und Regen lagert sich Material am Boden ab. Der Winkel, unter dem sich diese Erosion stabilisiert, ist unterschiedlich und hängt vor allem vom Boden/Ablagerung und Klima ab (Scollar et al. 1990, 7). Zusätzlich bläst der Wind feine Partikel in diese Strukturen. Während sie ihren ursprünglichen Zweck erfüllen, werden diese Strukturen „gewartet", d. h., die Ablagerungen werden immer wieder entfernt. Dies kann man vor allem bei den mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen gut beobachten, deren V-förmigen Grabenspitzen während der Phase der Nutzung zum Teil mehrmals durch das abgelagerte Sediment ausgehoben worden waren (Doneus 2001a, 154 f.). Haben diese Strukturen jedoch ihre Funktion verloren, so werden sie entweder absichtlich zugeschüttet (oft mit Müll und Hausrat) oder sich selbst überlassen. Im letzteren Fall ist mit einer langsamen Auffüllung mit Sedimenten zu rechnen, begleitet von Pflanzenwachstum (oft Unkraut) und einer intensiven Aktivität von Würmern und Mikroorganismen (Schiffer 1987, 218 ff.; Barker 1993, 27 ff.; Scollar et al. 1990, 5 ff.).

In jedem Fall weist das Füllmaterial physikalische (mineralisches Gefüge, Temperatur, Feuchtigkeitsgehalt, Farbe, Speicher- und Leitfähigkeit etc.) und chemische (häufig vermehrt humoses Material mit einer größeren Menge an pflanzlichen Nährstoffen auch in tieferen Bereichen) Unterschiede zum umgebenden, ungestörten Bereich auf. Dies konnte aufgrund konkreter bodenkundlicher Untersuchungen an archäologischen Strukturen nachgewiesen werden (Strunk-Lichtenberg 1965; Stanjek, Fassbinder 1996). Zudem können vor allem die größeren Gräben, selbst wenn sie intentional zugeschüttet wurden, aufgrund von Setzungen des Materials (Schiffer 1987, 220) noch lange Zeit als Vertiefungen im Geländerelief beobachtet werden. Häufig werden diese erst durch späteren Ackerbau völlig eingeebnet. Dort, wo kein Ackerbau stattfand, können sie auch heute noch als – wenn auch oft extrem seichte – Unebenheiten im Gelände erkannt werden. Neueste Ergebnisse des flugzeuggetragenen Laser-Scannings lassen darauf schließen, dass sich mehr Strukturen als erwartet auch heute noch in gepflügten Oberflächen schwach abzeichnen. Einen Spezialfall stellen Bestattungen in Flachgräbern dar, wenn die ausgehobenen Grabgruben rasch wieder mit dem – nun allerdings durchmischten – Aushubmaterial gefüllt werden. Man muss hier mit Setzungen sowie mit einer Kennzeichnung in Form einer kleinen Erhebung rechnen.

Auf der Erdoberfläche errichtete Strukturen, wie Gebäude und Aufschüttungen (Wälle, Grabhügel) bestehen oft aus einer Kombination unterschiedlichster Materialien, welche unterschiedliche Raten an Zersetzung oder Verwitterung aufweisen (Schiffer 1987, 221). Bei Gebäuden kann dieser Prozess sehr lange dauern – vor allem Steinmauern

können sehr lange aufrecht stehen, auch wenn die Vegetation (v. a. Wurzeln) zerstörerische Kräfte ausübt (Schiffer 1987, 223). Vor allem in Gebieten, wo kein Steinmaterial ansteht, muss man mit exzessivem Steinraub rechnen, bei dem selbst die Fundamente ehemaliger Strukturen ausgegraben werden – in den Gräben bleiben dann häufig nur noch Mörtelreste und kleinere Steine übrig (Barker 1993, 34 f.). Von vielen prähistorischen Gebäuden zeugen lediglich die Abdrücke der Pfosten im Boden, eine mehr oder weniger große Anzahl von Artefakten (z. B. Hüttenlehm) sowie chemische (z. B. Phosphatgehalt) und magnetische Veränderungen an der Oberfläche.

Wälle und Grabhügel werden meist mit Material aus der unmittelbaren Nähe aufgeschüttet. Sie beginnen – sofern keine stabilisierenden Maßnahmen ergriffen wurden – relativ rasch wieder zu erodieren, können jedoch über einen sehr langen Zeitraum sichtbar bleiben. Vegetation spielt dabei eine wichtige Rolle, da sie der Erosion meist Einhalt gebietet. Deshalb haben sich sehr viele dieser Strukturen z. B. in Waldgebieten erhalten. Werden Wälle und Grabhügel überpflügt, so können diese in verhältnismäßig kurzer Zeit weitgehend eingeebnet werden. Winfried Gerstner beziffert den Substanzverlust durch modernes Pflügen mit bis zu einem Meter in nur drei Jahren (Gerstner 1996, 19). Durch die jahrhundertelange massive Auflage, welche das Erdmaterial darunter komprimiert hat, weist der Boden unterhalb des ehemaligen Erdwerks jedoch oft auch heute noch veränderte physikalische Eigenschaften auf. Etwas Ähnliches kann man auch bei ehemaligen Wegen beobachten.

Viele Aktivitäten benötigten keine Strukturen. Plätze, an denen sie stattfanden, sind daher nur aufgrund eventueller, an der Oberfläche abgelagerter *Artefakte* und *Ökofakte* erkennbar. Ohne auf die zahlreichen Möglichkeiten eingehen zu wollen, welche M. Schiffer unter den kulturellen Formationen aufzählt (Schiffer 1987, 141 ff.), gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten, wie Artefakte und Ökofakte Teil der materiellen Hinterlassenschaft werden: (1) Die Einlagerungen in den ehemaligen Gruben, Gräben, Kellern und Gräbern – sei es intentional als Deposition, zur Entsorgung von Müll oder im Zuge des Zuschüttens bzw. der natürlichen Auffüllung dieser Strukturen. (2) Die Ablagerung auf der ehemaligen Oberfläche.

Sofern Strukturen nicht durch spätere Bauvorhaben zerstört und Artefakte nicht wiederbenutzt werden (indem zum Beispiel Keramik zerrieben und dem Ton als Magerung beigegeben wird) oder völlig verwittern, kumuliert die materielle Hinterlassenschaft im Boden. Fundstellen sind nur im seltensten Fall Ausschnitt einer Momentaufnahme aus einer bestimmten Vergangenheit (Neustupný 1998c, 48), sondern haben vielmehr den Charakter eines Palimpsests. Dies birgt Probleme bei der Interpretation von Prospektionsdaten: Eine große Zahl oberflächlich gefundener Artefakte kann zum Beispiel Folge einer kurzfristigen, intensiven Aktivität oder einer langfristigen Anhäufung weniger intensiver Aktivitäten sein. Die Entscheidung darüber ist deshalb schwierig, da die chronologische Präzision in der Regel nicht fein genug ist (Neustupný 1998c, 49).

9.2 Effekte der dynamischen Veränderung

Stratifikationen sind einem ständigen, dynamischen Wandel unterzogen. Im Prinzip zeichnen sich dabei drei hauptsächliche Effekte ab, welche Auswirkungen auf die Aussagemöglichkeiten archäologischer Prospektionsmethoden (vor allem der Feldbegehung) haben: Verlagerung, Veränderungen an der Struktur und Zusammensetzung sowie die Verbesserung oder Verschlechterung der Erkennbarkeit von Funden und Strukturen.

9.2.1 Verlagerung

Zieht man die Menge an Publikationen in Betracht, welche sich im Zuge von Prospektionstechniken mit den einzelnen Effekten beschäftigen, so scheint die Verlagerung von Artefakten den Archäologen bislang die meisten Sorgen zu bereiten. Viele Artefakte werden bereits kurz nachdem sie abgelagert wurden, noch bevor sie überhaupt in den Boden kommen, horizontal bewegt. Am häufigsten wurden Verlagerungen aufgrund landwirtschaftlicher Aktivitäten und Erosionsprozessen untersucht. Natürliche und biogene Turbationen und moderne anthropogene Verlagerungen spielen in der Literatur (zumindest was Begehungen betrifft) praktisch keine Rolle. Letztere ist maximal Thema im Rahmen des Denkmalschutzes.

Ein wichtiger Prozess, welcher zur Verlagerung von Artefakten führen kann, ist die *Erosion* (siehe auch Kapitel 6.2.5). Mit deren Auswirkung auf die Verteilung von mobilen Artefakten hat sich M.J. Allen am ausführlichsten auseinandergesetzt (Allen 1991, 43). In Bezug auf Artefakte differenziert er Erosionsereignisse mit geringer Energie und hochenergetische Ereignisse. Erstere treten häufig auf und bewegen aufgrund ihrer niedrigen Energie vor allem feines Sediment und kleine Steinchen. Typisch sind der Oberflächenabfluss oder feine Rillen und Runsen, welche Steine und Artefakte bis 6 mm Durchmesser bewegen können (Allen 1991, 43). Die selten auftretenden katastrophalen Erosionsereignisse mit hoher Energie (zum Beispiel aufgrund von Starkregen) zeigen sich in Form von Rillen, Runsen und Pipes, welche beträchtliche Ausmaße erreichen können. Sie transportieren laut Allen Steine bis zu 20 cm Durchmesser teilweise über weitere Strecken und lagern sie – gemeinsam mit der Sedimentfracht – am Hangfuß wieder ab (Allen



Abb. 36: Großmugl. Aus dieser Perspektive erkennt man deutlich den vom beständigen Pflügen begradigten Hügelfuß (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

1991, 44). So wurden in Südengland Verlagerungen von bis zu 50 m innerhalb weniger Jahre beobachtet (Allen 1991, 47). Dies sei nach Ansicht von Jeremy Taylor jedoch ein Extrembeispiel in einem der erosionsgefährdetsten Gebiete Großbritanniens (Taylor 2000a, 24).

Es gibt zahlreiche Versuche, die Auswirkungen der modernen *landwirtschaftlichen Tätigkeit*, vor allem des Pflügens zu quantifizieren (z. B. Yorston et al. 1990; Clark, Schofield 1991; Roper 1976; Ammermann 1985; Odell, Cowan 1987). In vielen Fällen wurden Ziegel, Steinabschläge oder Plastikrepliken von Scherben vergraben und über mehrere Jahre hindurch beobachtet. Die Rate der Wiederauffindung rangierte zwischen 3,6 % (Clark, Schofield 1991, 100) und 5–6 % (Ammermann 1985; Odell, Cowan 1987). Nach mehrfachem Pflügen zeigten sich in der Regel Verlagerungen von 1–2 m. Als schwierig erwies sich bei diesen Versuchen, dass die Größe der Verlagerung durch landwirtschaftliche Tätigkeit von vielen Faktoren abhängt. Als wichtigste gelten Art und Richtung des Pflügens (z. B. alternierend oder immer in gleiche Richtung, parallel zum Hang oder hangabwärts), Bodenart (v. a. schwerer oder leichter Boden), Relief oder andere landwirtschaftliche Tätigkeiten (z. B. Eggen).

J. Taylor erachtet viele dieser Versuche als nicht aussagekräftig und methodologisch fragwürdig (Taylor 2000a, 23). Eines der interessantesten Ergebnisse stammt seiner Meinung nach von Ron M. Yorston et al., die anhand von eigens vergrabenen Repliken zeigen konnten, dass sich Artefakt-Cluster mit der Zeit „auflösen“ und in der näheren Umgebung verteilen (Yorston et al. 1990). Dabei können neue, „künstlich“ erzeugte Cluster entstehen, die im Falle einer intensiven Feldbegehung fälschlich als Aktivitätszone interpretiert werden könnten. Wichtig erscheint auch die Erkenntnis, dass durch das Pflügen vor allem eine vertikale Bewegung von ursprünglich begrabenen Artefakten an die Oberfläche stattfindet – das oberflächlich „anstehende“ Material würde dann jedoch vor allem durch die weiteren landwirtschaftlichen Aktivitäten (Eggen) zusätzlich verlagert (Clark, Schofield 1991, 100 f.).

Die Erosion verursacht vor allem im Zusammenhang mit ackerbaulicher Tätigkeit auch in Hinblick auf die im Boden eingebetteten Strukturen und deren Schichten eine teilweise horizontale Verlagerung. Wenn Erosionsereignisse oberflächliches Sediment wegbewegen, kann der Pflug beim nächsten Einsatz aufgrund der verringerten Mächtigkeit des Ap-Horizontes die bislang ungestörten Schichten der eingelagerten Strukturen erfassen und an die Oberfläche befördern. Dabei findet auch eine nur wenige Dezimeter große horizontale Verlagerung statt, die sich im Luftbild im Falle von Bodenmerkmalen als typisches, einem Reißverschluss ähnliches Muster zeigt (vgl. Abb. 57). Dadurch zerstören Erosion und Pflug im Wechselspiel sukzessiv die archäologischen Strukturen und bringen auch immer wieder Artefakte, welche im oder an der Grenze zum Pflughorizont eingelagert sind, mit an die Oberfläche.

Ähnlich zerstörerisch wirken sich Erosion und Pflügen auf die im Relief erhaltenen Strukturen (v. a. Wälle und

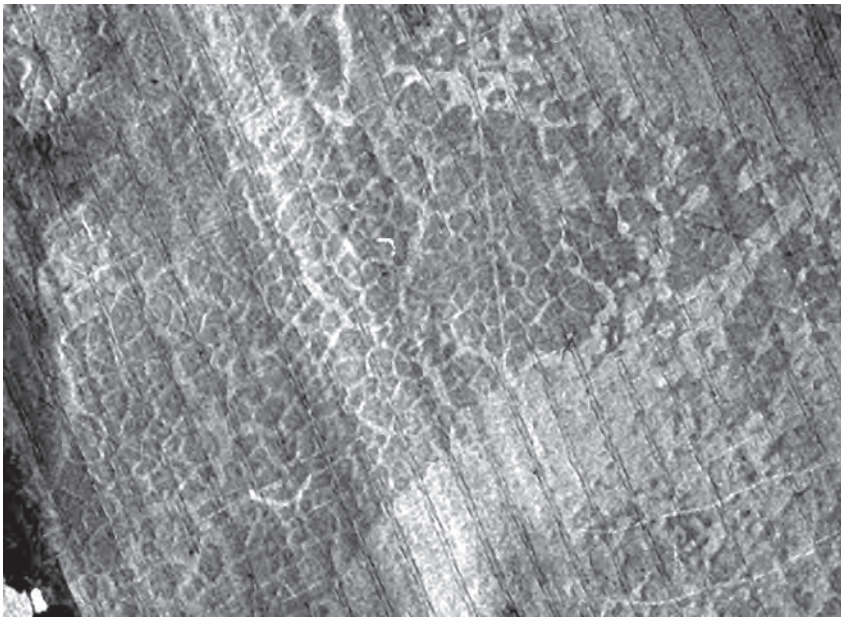


Abb. 37: Eiskeilnetz im Raum Carnuntum (© bmlvs/luaufklsta).

Grabhügel) aus. Findet keine landwirtschaftliche Tätigkeit statt, so kann die Erosion das Erdwerk solange abtragen und sein Sediment in der näheren Umgebung kumulieren, bis ein stabilisierender Effekt zum Tragen kommt (entweder durch Vegetation oder wenn ein entsprechend flacher Böschungswinkel erreicht ist). Durch Pflügen werden diese Strukturen jedoch innerhalb kurzer Zeit (bis zu einem Meter in drei Jahren Gerstner 1996, 19) weitgehend eingeebnet. Aber auch wenn etwa ein Grabhügel, welcher innerhalb einer ackerbaulich genutzten Fläche steht, selbst nicht gepflügt wird, kann er mit der Zeit erodieren, wenn der Bauer zu nah an ihn heranpflügt und dadurch den Böschungswinkel am Hügelfuß übersteilt. So hat z. B. der auf Abb. 36 gezeigte Hügelfuß des Grabhügels von Großmugl durch das wiederholte Pflügen im Nahbereich bereits eine quadratische Form angenommen.

Es gibt noch weitere Prozesse, welche eine vertikale Verlagerung von Artefakten und sonstigem Material innerhalb einer Stratifikation bewirken. Diese werden unter dem Begriff *Turbationen* zusammengefasst (Butzer 1982, 107, 113; Schiffer 1987, 206 ff.). Am bekanntesten sind vermutlich die Kryoturbationen (Ahnert 1996, 143 ff.). Durch Bodenfrost werden Steine im Lauf der Jahre immer wieder angehoben und können somit nach oben wandern (Butzer 1982, 107). Vor allem in Zonen mit Permafrost können sich auf diese Weise die sogenannten Strukturböden ausbilden, bei denen im Laufe von vielen Frost-Tau-Zyklen Steine durch Frosthub und Frostdruck an die Oberfläche verbracht und dort je nach Hangneigung sortiert in Form von Kreisen, Streifen oder Steinovalen abgelagert werden (Fraedrich 1996, 109 ff.). Zusätzlich kommt es im Bereich des Permafrosts durch das Aufbrechen von Spalten zur Ausbildung von Eiskeilen (Abb. 37), welche über größere Gebiete polygonale Eiskeilnetze bilden (Fraedrich 1996, 114 ff.).

Wichtig sind auch die Bioturbationen, welche durch im Erdreich lebende Tiere (Würmer, Nagetiere) hervorgerufen werden. Nach Karl W. Butzer können Würmer durch ihre nach oben verbrachten Ausscheidungen eine Oberfläche begraben (Butzer 1982, 113). Artefakte werden bislang durch Tiere (Nagetiere, Dachs, Fuchs etc.) über größere Distanzen horizontal und vor allem vertikal verlagert.

Die zerstörende Wirkung *hydrologischer Prozesse* im Bereich der Talaue wurde bereits andernorts erwähnt (vgl. Kapitel 6.3.3.1). Durch Überschwemmungen und Verlagerung von Mäandern können Artefakte verlagert, Artefakte und Strukturen von massiven Alluvien überlagert oder zerstört werden.

Die zerstörerischen Effekte moderner Bauvorhaben sind ein bekanntes Problem und bedürfen wohl keiner besonderen Erwähnung. Über die Verlagerung von Artefakten aufgrund *moderner Erdbewegungen* findet man in der archäologischen Literatur jedoch nur wenig Information – anscheinend ist man sich der Tragweite dieser Aktivitäten nicht bewusst. Martin Nadler berichtet unter anderem von Beobachtungen im Rahmen der Baumaßnahmen zur Errichtung der ICE-Neubaustrecke Nürnberg-Ingolstadt und macht auf einen bislang nahezu unberücksichtigten Umstand aufmerksam (Nadler 2001): Der bei Notbergungen abgebaggerte Pflughorizont, dem aufgrund von Zeit- und Ressourcenmangel die Artefakte nicht entnommen werden können, wird im Falle von Bauvorhaben nicht wieder auf die ehemaligen Fundstellen zurückgebracht. Meist wird er auf Feldern der Umgebung als Bodenverbesserungsmaßnahme verteilt und bisweilen sogar über weitere Distanzen verbracht (Nadler 2001, 59; vgl. auch Given 2004, 19). Dadurch werden auf ehemals fundfreien Zonen Funde mit abgelagert und auf diese Weise Fundstellen geschaffen, deren rezente Entstehung bei Feldbegehungen nicht zu erkennen ist. Noch skurriler wird die Situation in Fällen, wo der mit Fundmaterial durchsetzte Aushub auf Fundstellen mit unterschiedlicher oder gleicher Zeitstellung verbracht wird. In einem Fall konnte Martin Nadler sogar beobachten, dass Material der jüngeren Eisenzeit auf ein „hufeisenförmig abgesetztes Bergplateau“ aufgeschüttet wurde, und dem zukünftigen unbedarften Sammler eine entsprechende Höhensiedlung suggeriert (Nadler 2001, 60).

Soweit bekannt, existieren in Österreich keinerlei Aufzeichnungen, welche die Verbringung von Aushubmaterial dokumentieren. Die Auswirkungen auf die Landschaftsarchäologie sind drastisch und können im Extremfall dazu führe, dass landschaftsarchäologische Untersuchungen, die auf reinen Oberflächenbegehungen basieren, zu verzerrten Ergebnissen führen.

9.2.2 Strukturelle Zerstörung und Veränderung

Diverse Prozesse können auch zu Zerstörung sowie Veränderungen an der Erhaltung und Zusammensetzung von Artefakten und Strukturen führen. Abgesehen von organischen Materialien, welche sich in unseren Breiten normalerweise nicht erhalten, können auch „stabilere“ Funde, wie Artefakte aus Metall, Keramik, Ziegel, Hüttenlehm oder Steingeräte in ihrer Struktur verändert werden: Chemische und physikalische Verwitterung beeinflussen und gestalten die Lithosphäre und machen dabei vor Artefakten nicht halt. Dies kann dazu führen, dass Kategorien von Funden (etwa Knochen oder ungebrannter Hüttenlehm) zum größten Teil aus der materiellen Hinterlassenschaft verschwinden. Mit den Gefäßoberflächen verwittert auch deren Verzierung, was häufig eine Datierung erschwert. Je nach Zusammensetzung des Tons und Erzeugung der Ge-

fäße kann sich dabei das keramische Inventar ganzer Kulturen zersetzen. Zusätzlich wird Keramik durch Frostsprengung oder den Druck der schweren landwirtschaftlichen Zugmaschinen zerbrochen (Taylor 2000a, 18 ff.; Banning 2002, 73).

Bisweilen wurde der Effekt beobachtet, dass durch das Pflügen vor allem größere Artefakte an die Oberfläche gebracht werden – es kommt also zu einer Sortierung von Artefakten (Boismier 1991, 18 f.). Ähnliche Sortierungseffekte können auch durch die Erosion entstehen. So zeigten Versuche, dass sich im Zuge eines Oberflächenabflusses Keramik am leichtesten verlagert, gefolgt von bestimmten Silexartefakten (Allen 1991, 47).

Vince Gaffney et al. machen auf einen weiteren Effekt der landwirtschaftlichen Tätigkeit aufmerksam (Gaffney et al. 1991, 63, 66): In vielen Gebieten ist es üblich, größere Steine, Ziegel und Scherben aus der ackerbaulich genutzten Fläche zu entfernen und auf Klaubsteinhaufen oder -wällen abzulagern. Dadurch entsteht eine Sortierung der Artefakte in Größenklassen.

Durch all diese Prozesse werden die Artefakte selektiv entfernt, chronologisch nach Kategorien und/oder Größenklassen selektiert oder sortiert. Dadurch kann die Zusammensetzung der Oberflächenfunde stark verzerrt und manche Zeitstufen, Kulturen oder Aktivitätszonen über- oder unterrepräsentiert sein. Aber auch Strukturen können etwa durch Erosion und Pflügen selektiv zerstört werden, sodass an manchen Stellen nur tiefe Objekte erhalten bleiben, während zum Beispiel seichter liegende Pfostenlöcher nicht mehr erhalten sind.

9.2.3 Auswirkungen auf die Erkennbarkeit

Zuletzt wird auch die Erkennbarkeit von Strukturen durch manche Prozesse verändert. Erosionsereignisse führen einerseits zu einer langsamen Reduzierung der Bodenauflage im Oberhang sowie andererseits zu einem Kolluvium am Hangfuß. Vor allem der mit geringer Energie verlaufende Oberflächenabfluss spült feines Sediment mit sich und kann dadurch größere Artefakte von dünneren Sedimentauflagen befreien und dadurch sichtbar machen. Dies bewirkt kurzfristig eine bessere Erkennbarkeit, längerfristig auch eine (scheinbare) Konzentration von Artefakten (Taylor 2000a, 24). Auch die Deflation, also die Erosion durch Wind spielt vor allem in ariden Klimata eine wesentliche Rolle dafür, dass zum Teil massenhaft Keramik als „Scherbenpflaster" direkt an der Oberfläche freigeweht liegt (Given 2004, 18).

Langfristig können ganze Fundstellen durch die Erosion zerstört werden. Stärker betroffen sind vor allem jene, welche sich auf Erhebungen oder im oberen Hangbereich befinden. Zugleich erhöht die Erosion häufig die Sichtbarkeit der Strukturen einer Fundstelle – etwa bei den Bodenmerkmalen im Luftbild (vgl. Kapitel 10.4.2.3.1). Fundstellen am Hangfuß werden durch dieselben Prozesse von einem Kolluvium bedeckt und geschützt (Allen 1991, 44), sind jedoch für viele Prospektionsmethoden nicht mehr zugänglich. M. Nadler konnte im Zuge von Bauvorhaben beobachten, dass „nahezu überall im Talgrund Zeugnisse menschlicher Anwesenheit und Aktivität" vorhanden waren, die durch zum Teil mächtige Kolluvien bedeckt waren (Nadler 2001, 57).

In Bezug auf die im Geländerelief erhaltenen Strukturen haben die bereits weiter oben (S. 131) besprochenen Vorgänge von Erosion und landwirtschaftlicher Tätigkeit Auswirkungen auf deren Erkennbarkeit. Oft können diese nur noch durch aufwendige, detaillierte Vermessungen sichtbar gemacht werden. Im Zuge von Vermessungen mittels flugzeuggetragenem Laser-Scanning konnten viele Objekte erkannt werden, welche sich selbst im Wald nur noch 5 – 10 cm über das Geländerelief erhoben.

Paradoxerweise kann die Zerstörung von oberflächennahen Schichten deren Sichtbarkeit kurzfristig erhöhen: Durch die Verbringung zuvor ungestörten Materials an die Oberfläche zeichnet sich dieses oft durch einen deutlichen Farbkontrast von der ungestörten Umgebung ab, was besonders im Luftbild mitunter deutlich zu erkennen ist. So wurden zu Beginn der 1980er Jahre in den niederösterreichischen Lössgebieten sehr viele Fundstellen als Bodenmerkmal sichtbar. Dies hatte wahrscheinlich mit der technologischen Aufrüstung vieler Bauern zu tun, welche mit größeren Zugmaschinen und Pflügen zu arbeiten begannen. Deshalb kam es zu einer verstärkten Erosion und Verbringung von ungestörten Schichten an die Oberfläche, was zur Entdeckung zahlreicher neuer Fundstellen führte. Viele Kreisgrabenanlagen wurden in jenen Jahren durch die Luftbildarchäologie gesichtet, wie die Publikation „Fenster zur Urzeit" augenscheinlich belegt (Windl 1982).

9.2.4 Zusammenfassung

Verwitterung, Akkumulation und Erosion, Turbationen, hydrologische Prozesse sowie anthropogene Störungen und Veränderungen wirken nicht isoliert auf die materielle Hinterlassenschaft ein, sondern bilden zusammen ein komplexes, sich überlagerndes Muster von Veränderungen, welches selektive Zerstörung, horizontale und vertikale Verlagerungen, Sortierung sowie Einflüsse auf die Sichtbarkeit zur Folge hat. Die materielle Hinterlassenschaft ist daher nicht statisch, sondern als ein sich ständig veränderndes dynamisches System zu betrachten. Während sich so gut wie alle erwähnten Prozesse in größerem oder kleinerem

Ausmaß auf die Funde auswirken, werden die Strukturen von manchen Prozessen weniger berührt. Dies gilt vor allem für die Verlagerung: Artefakte und Ökofakte sind von ihrer Definition her mobil und deshalb verhältnismäßig leicht zu verlagern. Die Strukturen im Boden sind in dieser Hinsicht stabil (wenn man von größeren geomorphologischen Ereignissen wie zum Beispiel einer Hangrutschung absieht). Von Bioturbationen abgesehen sind lediglich die jeweils obersten Zentimeter bei ackerbaulicher Tätigkeit dem Pflug ausgesetzt und können horizontal sowie vertikal verlagert werden. Während im gepflügten Bereich praktisch sämtliche Oberflächenfunde verlagert sind und man sonst auch nicht zwingend davon ausgehen kann, dass sich ein Oberflächenfund in primärer Lage befindet, ist dies bei Strukturen in der Regel der Fall.

Für die folgenden Kapitel zur Prospektion ist weiters die Erkenntnis wichtig, dass Funde an der Oberfläche nicht zwingend mit den im Boden verborgenen Strukturen in Zusammenhang gebracht werden müssen, sondern von anderen Aktivitäten resultieren können, welche sie zu einem späteren Zeitpunkt an der Oberfläche abgelagert haben. Aber auch der umgekehrte Fall ist möglich, nämlich dass es Strukturen gibt, welche keine oder zumindest keine oberflächennahen Artefakte beinhalten.

10. Die archäologische Prospektion

Um nun ehemalige Aktivitätsbereiche und letztendlich die Gemeinschaftsräume beziehungsweise eine archäologische Landschaft rekonstruieren zu können, benötigt man Beobachtungen zur Lage und Zusammensetzung der materiellen Hinterlassenschaft. Diese erhält der Archäologe unter Zuhilfenahme unterschiedlichster archäologischer Prospektionsmethoden.

Das Wort Prospektion stammt vom lateinischen Begriff *prospicere* ab, welcher so viel wie „aus der Ferne herabschauen, herausschauen, in die Ferne schauen, nach allen Seiten sich umsehen, vor sich erblicken" bedeutet (Pfeifer 2005, 1051). Es geht also ursprünglich darum, im Vorfeld archäologischer Untersuchungen Informationen zur materiellen Hinterlassenschaft zu gewinnen. Vor allem durch die Systematisierung verschiedener Methoden seit den 1960er Jahren und die Entwicklung der geophysikalischen Prospektionsmethoden hat sich das Verständnis der Prospektion gewandelt: Sie hat eigene Fragestellungen entwickelt und international vor allem im Denkmalschutz sowie der Siedlungs- und Landschaftsarchäologie breite Anwendung gefunden. Im deutschsprachigen Raum, wo sich die Archäologie noch immer häufig über die Ausgrabung definiert („Wissenschaft des Spatens"), hat es die Prospektion vergleichsweise schwer, sich zu etablieren (Neubauer 2001, 172 ff.).

10.1 Prinzipielles

10.1.1 Die Bedeutung von Kontrasten

Ehemalige Aktivitätszonen lassen sich, sofern die dort stattgefundenen Tätigkeiten Spuren in Form von Artefakten, Strukturen oder sonstigen physikalischen und chemischen Änderungen der obersten Bereiche des Bodens hinterlassen haben, prinzipiell beobachten und von ihrer Umgebung abgrenzen. In der Regel ist dies aufgrund von Unterschieden der Zusammensetzung sowie der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Materials innerhalb des Bereichs der Aktivitätszone und seiner direkten dreidimensionalen Umgebung möglich. Diese Unterschiede können mit verschiedensten Verfahren entweder direkt gemessen (z. B. Suszeptibilität, bodenkundliche Untersuchungen) oder visuell beobachtet (z. B. Bewuchsmerkmal) werden. Die Größe des dabei auftretenden Unterschiedes kann verschiedene Ausprägungen besitzen und bildet somit einen mehr oder weniger starken Kontrast zwischen materieller Hinterlassenschaft und ungestörtem Bereich.

Im Falle einer im Boden verborgenen Struktur sind es zumeist unterschiedliche physikalische und chemische Eigenschaften, welche entweder direkt messbar sind (z. B. Phosphatgehalt, Korngrößenverteilung, Suszeptibilität) oder sich anhand bestimmter Effekte zeigen (etwa als veränderte Färbung, Standortbedingungen für Pflanzen, Wärme etc.). An der Oberfläche kann sich ein Kontrast zum Beispiel durch einen Schattenwurf im Relief oder aber in der Dichte einer Fundstreuung zeigen. Die Deutlichkeit dieser Kontraste bestimmt auch die Wahrscheinlichkeit ihrer Auffindung durch entsprechende Methoden. Um nähere Informationen zur materiellen Hinterlassenschaft zu erhalten, müssen die physischen Bedingungen, welche zur Ausprägung dieser lokalen Unterschiede führen, zunächst verstanden werden (Beck 2007). Erst dann lassen sich die geeigneten Methoden und Parameter finden, um archäologische Strukturen anhand ihrer Kontraste bestimmen, lokalisieren und messen, visualisieren und interpretieren zu können. Dies kann unter anderem durch die archäologische Prospektion geschehen.

Die Möglichkeiten zur Ausbildung von Kontrasten sind extrem vielfältig. Je nach Kriterium des Unterschiedes materieller Hinterlassenschaft und Umgebung bedarf es unterschiedlicher Sensoren und Techniken der Erkennung. Im Laufe der Geschichte der Archäologie konnten bereits einige äußerst effiziente Methoden entwickelt werden, mit deren Hilfe wir die materielle Hinterlassenschaft aufgrund unterschiedlichster Kontraste erkennen können, und es besteht berechtigte Hoffnung, dass auch in Zukunft durch neue Technologien bisher noch unbekannte Unter-

scheidungskriterien zwischen archäologischer Struktur und Umgebung für die archäologische Prospektion entdeckt und angewandt werden können.

10.1.2 Definition der archäologischen Prospektion

Die archäologische Prospektion soll folgendermaßen definiert werden:

Die archäologische Prospektion umfasst alle Methoden und Verfahren, die dazu dienen, großflächig Informationen zur materiellen Hinterlassenschaft des Menschen und seiner physischen Umwelt zerstörungsfrei zu gewinnen, zu dokumentieren und archäologisch zu interpretieren.

Diese Formulierung folgt im Wesentlichen der Definition Wolfgang Neubauers (Neubauer 2001, 177). Der hauptsächliche Unterschied besteht in der Einbeziehung von Paläoumwelt. Insgesamt sind drei wichtige Punkte angesprochen, welche in der Folge kurz erläutert werden sollen:

(1) Es geht der archäologischen Prospektion um Informationsgewinnung zur materiellen Hinterlassenschaft des Menschen, also zu Artefakten, Ökofakten und Strukturen. Zudem kann Prospektion auch wertvolle Hinweise zur ehemaligen Umwelt liefern, welche für die Umwelt- und Landschaftsarchäologie zwar wichtig sind, aber wohl kaum von jemandem als Fundstelle bezeichnet werden würde (etwa Paläomäander).

(2) Ein wichtiger Punkt bei der Definition ist, dass, wie bereits Wolfgang Neubauer betonte, nur zerstörungsfreie Methoden der archäologischen Prospektion zugerechnet werden. Auch Bohrungen (McManamon 1984; Schuldenrein 1991; Stein 1986, 1991) zählt er als minimale Ausgrabungen berechtigterweise nicht zur Prospektion (vgl. jedoch Zickgraf 1999, 14).

Viele Archäologen reagieren auf diese Aussage mit dem Hinweis, dass man Bohrungen und Sondiergrabungen zu den Prospektionsmethoden rechne, da sonst manche Bereiche (z. B. mächtiges Kolluvium) keine Informationsgewinnung zu Funden und Strukturen zuließen. Darauf muss man aus Sicht der Prospektion entgegnen, dass es für solche Zonen tatsächlich momentan noch keine zufriedenstellenden Prospektionsmethoden gibt. Dies bedeutet aber nicht, dass es sie nicht in absehbarer Zukunft geben könnte. Es werden ständig neue Erkenntnisse aus Naturwissenschaften und Fernerkundung für archäologische Zwecke adaptiert, wie dies erst vor wenigen Jahren mit dem flugzeuggetragenen Laser-Scanning geschah (Holden et al. 2002). Sind solche Bereiche zu untersuchen, so muss man sich zurzeit mit Bohrungen oder Sondagen helfen – dies sind aber Ausgrabungen und bedürfen als solche einer entsprechenden stratigrafischen Dokumentation.

(3) Die Verwendung zerstörungsfreier Methoden hat auch zur Folge, dass eine archäologische Prospektion prinzipiell wiederholbar ist – Wiederholbarkeit ist hier jedoch nicht im Sinn eines wiederholbaren physikalischen Experiments zu sehen, welches zu einem gleichen Ergebnis führen muss. Vielmehr gibt es bei den einzelnen Prospektionsmethoden zahlreiche Faktoren, welche deren Erfolg bis zu einem gewissen Grad nicht vorhersagbar machen und dafür verantwortlich sind, dass im Falle von einer wiederholten Anwendung andere, zum Teil neue Informationen gewonnen werden können. Zudem ist, wie weiter oben argumentiert wurde, die materielle Hinterlassenschaft dynamisch und unterliegt laufend Veränderungen. Aus diesem Grund ist es bei den meisten Methoden, vor allem aber bei Feldbegehung und Luftbildarchäologie notwendig, sie systematisch und wiederholt anzuwenden und Gebiete immer wieder aufs Neue zu begehen bzw. zu befliegen.

(4) Die archäologische Prospektion kann großflächig eingesetzt werden und hat somit ein großes Potenzial für landschaftsarchäologische Projekte. Sie kann und will Ausgrabungen nicht ersetzen, kann aber aufgrund ihrer großflächigen Arbeitsweise dabei helfen, den für eine archäologische Ausgrabung in Bezug auf konkrete Fragestellung am besten geeigneten Bereich auszuwählen und gezielt vor Ort abzustecken.

Viele Fragestellungen können nicht durch Ausgrabungen allein beantwortet werden – vor allem Siedlungs- und Landschaftsarchäologie arbeiten großräumig und benötigen daher entsprechend großflächige Informationen. Selbst wenn es nur um den Gesamtplan einer einzelnen Siedlung geht, sind im Falle einer Ausgrabung die finanziellen Limits rasch erschöpft. Abgesehen von wenigen Großgrabungen im Zuge von Baumaßnahmen gibt es bei uns praktisch keine zur Gänze gegrabenen Siedlungen, geschweige denn Gemeinschaftsräume. Mithilfe geeigneter Prospektionsmethoden lässt sich ein Gesamtplan jedoch rasch und mit einem Bruchteil des finanziellen Aufwands, den eine Grabung benötigen würde, realisieren (Doneus et al. 2000; Neubauer 2001, 172 ff.).

10.1.3 Sprachliche Mehrdeutigkeiten: Prospection, survey, reconnaissance

Im englischen Sprachraum werden neben dem Begriff *prospection* auch *survey* oder *reconnaissance* verwendet. Von den drei Begriffen hat *survey* die größte Bandbreite an Bedeutungen. Das „Oxford Dictionary of Archaeology" nennt z. B. den Begriff *archaeological survey* und definiert ihn als „ a systematic attempt to locate, identify, and record the distribution, structure, and form of archaeological sites on the ground and in relation to their natural geographic

and environmental setting" (Darvill 2002, 21). Auch Ted Banning versteht unter *survey* das, was man im deutschsprachigen Raum als Prospektion bezeichnen würde (Banning 2002). Er benennt nur eine bestimmte Art von *survey*, nämlich den zielbewussten Survey als *prospection* und versteht darunter den Versuch, Fundstellen eines bestimmten Typs oder einer bestimmten Zeitstufe in einer Region gezielt aufzufinden. Zusätzliche Verwirrung stiften manche Autoren, indem sie *survey* mit Feldbegehungen gleichsetzen. Und natürlich ist *survey* oder *surveying* auch das, was wir im deutschsprachigen Raum als geodätische Vermessung bezeichnen. So behandelt das Buch mit dem Titel „Archaeological Surveying and Mapping" (Howard 2007) ausschließlich archäologische Vermessungstechniken, während „*archaeological survey*" (Banning 2002) das gesamte Repertoire an Prospektionsmethoden (wenn auch mit Schwerpunkt auf der Feldbegehung) beinhaltet. „The East Hampshire Survey" bezieht sich wiederum ausschließlich auf Feldbegehungen (Shennan 1985).

Der Begriff *reconnaissance* stammt aus dem militärischen Sprachgebrauch und kann am besten mit „Aufklärung" übersetzt werden. In der Archäologie versteht man darunter die Erkundung eines Gebietes, „the process of preliminary inspection" (Bowden 1999, 44). In der Luftbildarchäologie wird auch häufig wird der Begriff *aerial reconnaissance* verwendet und bezeichnet zumeist die Befliegung eines Gebietes zur Entdeckung archäologischer Fundstellen – und wird somit im Sinne Bowdens verstanden. So findet sich der Begriff vor allem im Zusammenhang mit den Befliegungen einer Saison (re*connaissance season*).

10.1.4 Methoden der archäologischen Prospektion

Das Repertoire an archäologischen Prospektionsmethoden ist groß. Es ist damit zu rechnen, dass in kommenden Jahren weitere Methoden im Zuge der Adaptierung alter und neuer Erkenntnisse etwa aus Naturwissenschaften und Fernerkundung hinzukommen werden.

Eine Einteilung in zerstörende und zerstörungsfreie Methoden erübrigt sich aufgrund der Definition. Strittig ist manchmal, ab wann eine Methode als zerstörend betrachtet werden muss. Das naheliegende Kriterium ist, wenn eine Untersuchung eine intakte archäologische Stratifikation stört. In diesem Fall wäre die Methode als zerstörend zu betrachten. Somit ist die Feldbegehung in den meisten Fällen als zerstörungsfrei zu betrachten, die chemische Prospektion (z. B. Phosphatanalyse) nur dann, wenn sie mit oberflächlich genommenen Proben das Auslangen findet. Zu den wichtigsten Prospektionsmethoden gehören somit:

(1) Feldbegehung
(2) Methoden der Fernerkundung:
  - Luftbildarchäologie
  - Satellitengestützte Prospektion
  - Flugzeuggetragenes Laser-Scanning (ALS, LiDAR)
(3) Geophysikalische Prospektion mit ihren wichtigsten Methoden:
  - Magnetik
  - Geoelektrik
  - Georadar
  - Elektromagnetik
  - Seismik
  - Sonar
(4) Terrestrische topografische Aufnahmen
(5) Chemische Prospektion (ohne Bohrung)
(6) Biologische Prospektion
(7) Auswertung von Literatur und Altfunden, Befragung
(8) Auswertung historischer Quellen, Orts- und Flurnamenforschung

Darüber hinaus gibt es methodisch Fragwürdiges, wie das absichtliche Bepflügen vor einer Feldbegehung (Schmidt, Nitzschke 1971), welche in diesem Rahmen jedoch nicht weiter berücksichtigt werden.

Zur Feldbegehung kann man auch das *Divoting* zählen (*divot* = Rasensode); es ist eine Art der Beprobung, welche jedoch so seicht agiert, dass sie nicht als zerstörend betrachtet wird. Es wird dabei im Wald lediglich die Laubschicht zu Seite gescharrt bzw. in der Wiese die Rasensode angehoben (Banning 2002, 43). Bei der biologischen Prospektion versucht man, anhand von Zeigerpflanzen verlassene Siedlungen (v. a. mittelalterliche Wüstungen) zu erkennen (Herbich 1996). Die Auswertung historischer Karten sowie die Orts- und Flurnamenforschung (zuletzt Murray 2006) sind vor allem für die jüngeren Epochen ab dem Mittelalter von großer Relevanz, vor allem wenn es um die Lokalisierung von Wüstungen, ehemaliger nicht-agrarischer Aktivitäten (v. a. Bergbau), oder eine mögliche Eingrenzung des Mindestalters einer kontinuierlichen Besiedlung geht. Diese Methoden sollen hier jedoch nicht näher betrachtet werden, da ihre Interpretation umfangreiches, lokal/regional bezogenes historisches Fachwissen verlangt.

Die meisten der hier angeführten Methoden (außer der geomorphologischen/siedlungskundlichen Kartierung, der Auswertung von Literatur und historischer Quellen) gewinnen ihre Informationen aus dem Prinzip des Kontrasts (vgl. Kapitel 10.1.1). Jede Methode bedient sich dabei unterschiedlicher Annahmen und Techniken und erfährt somit eine Anwendung in jeweils unterschiedlichen Situationen

und Fragestellungen. Ihr Einsatz ist oft beschränkt auf bestimmte Maßstäbe, äußere Gegebenheiten (Feld, Wiese, Wald, Wasser, Gebirge, klimatische Bedingungen etc.), Art des Unterschiedes und den vorhandenen zeitlichen, personellen und finanziellen Ressourcen. Sie sind empfindlich oder unempfindlich auf bestimmte äußere Faktoren und bieten auch unterschiedliche Aussagemöglichkeiten.

Im Rahmen der Landschaftsarchäologie ist die großräumige und großflächige Auffindung, Kartierung und funktionale Interpretation der materiellen Hinterlassenschaft und ihrer Umwelt von primärem Interesse. Im Moment sind nur drei Methoden bekannt, welche zur systematischen Auffindung materieller Hinterlassenschaft zum Einsatz kommen: Feldbegehung, Luftbildarchäologie (mit oder ohne Unterstützung durch Satellitenbilder) und flugzeuggetragenes Laser-Scanning. Die geophysikalische Prospektion wird aus praktischen und ressourcebedingten Gründen (leider) noch nicht für die systematische Aufnahme größerer Bereiche genutzt – dennoch gibt es bereits einige Beispiele, wo im Laufe von zahlreichen Saisonen größere, zusammenhängende Gebiete, etwa durch Magnetik prospektiert wurden (z. B.: Powlesland 2005, 2006, 200; Gaffney, Gaffney 2000; Gaffney et al. 2012). In der Folge sollen vor allem die Methoden zur systematischen Auffindung materieller Hinterlassenschaft etwas näher auf deren Eignung für die Landschaftsarchäologie untersucht werden.

10.2 Die archäologische Feldbegehung

Die Feldbegehung gilt als älteste Prospektionsmethode, wurde jedoch erst seit der Mitte des 20. Jahrhunderts systematisiert. Im Laufe der Zeit hat sich ein beträchtlicher Fundus an Publikationen zu Fallbeispielen, Methoden und bisweilen theoretischen Grundlagen angesammelt (zuletzt Orton 2000, 67–111; Banning 2002; Mattingly 2000 mit weiterführender Literatur).

Die für jede Art der Feldbegehung vorauszusetzende Prämisse ist, dass die räumliche Lage und Zusammensetzung von Fundverteilungen an der Oberfläche Ergebnis vergangenen menschlichen Verhaltens ist, und somit durch flächenmäßige Erfassung und Kartierung von Funden Rückschlüsse auf dieses Verhalten möglich sind (vgl. Taylor 2000a, 16). Diese Prämisse bedeutet jedoch nicht, dass Fundverteilungen die im Boden verborgen liegenden archäologischen Strukturen zwingend anzeigen müssen, da es, wie bereits weiter oben beschrieben, auch Aktivitäten gibt, welche keine Strukturen im Boden hinterlassen.

Eine ehemalige Aktivitätszone (in der Folge werden Fundstelle und Aktivitätszone synonym verwendet) kann man rein theoretisch dann anhand von Funden an der Erdoberfläche lokalisieren, wenn diese seit ihrer Ablagerung ihre Lage nicht verändert haben (vgl. Neustupný 1998c, 48). Dies ist in der Praxis jedoch nicht gegeben. Eine wesentliche Frage von Feldbegehungen ist deshalb, zu untersuchen, inwieweit Struktur, Zusammensetzung und räumliche Verteilung der aufgelesenen Funde trotz der ständig stattfindenden Veränderungen eine Rekonstruktion der ursprünglichen Aktivitäten zulässt. Für die Interpretation von Feldbegehungsdaten ist es deshalb unumgänglich, alle anthropogenen und natürlichen Prozesse, welche für die Verlagerung, unterschiedliche Erhaltung und Erkennbarkeit der Funde verantwortlich sind, zu erkennen, zu verstehen und zu berücksichtigen (Allen 1991, 39). Dieses Vorhaben ist jedoch ohne detaillierte Zusatzinformation durch geomorphologische Untersuchungen, weitere Prospektionsmethoden, Einflüsse der landwirtschaftlichen Tätigkeit (und zwar auch der (prä-) historischen) etc. praktisch unmöglich:

„The cultural and natural processes which formed the archaeological record as we find it today, as such, are completely outside our control, and the best we can do is to make allowances for their operation. Giving meaning to any of our observations, therefore calls for a complex set of arguments, assumptions and generalizations, some of them specifically archaeological, others originally developed in a different context such as geology but obviously of relevance" (Haselgrove 1985, 9).

In jedem Fall ist die Abschätzung der Relevanz von Oberflächenfunden für die jeweilige Fragestellung ein wichtiger Teil der Interpretation. Dies ist ein schwieriges Unterfangen und wird bisweilen unter Zuhilfenahme von Modellvorstellungen zum menschlichen Verhalten und zu den post-depositionalen Prozessen (manchmal unterstützt durch ethnografische Studien) argumentiert (Taylor 2000a, 16). Zum Teil können auch die Artefakte – ihr Zustand (Größe, Abrollung), Sortierung, das offensichtliche Fehlen von Kategorien, horizontale Verteilung etc. – Auskunft über Entstehungsprozesse einer Artefaktverteilung geben (Schiffer 1987, 267 ff.). Geomorphologie, Sedimentologie und – im Falle von Ausgrabung oder Beprobung – paläobotanische Untersuchungen sind ebenfalls wichtige Hilfsmittel bei der Rekonstruktion von stattgefundenen Veränderungen (Schiffer 1987, 288 ff.).

Anhand von Begehungen kann man unterschiedliche *Fragestellungen* untersuchen. Dem Zweck der Untersuchung entsprechend benötigt man eine unterschiedliche Methodik, die wiederum Auswirkungen auf Ressourcen, benötigte a priori Information, Analysemethoden und Aussagemöglichkeiten haben. Neben der weitverbreiteten unsystematischen Begehung bestimmter Flächen mit dem Zweck, Fundstellen zu entdecken bzw. Funde zu sammeln, nennt Clive Orton das Testen von Hypothesen, das

Abschätzen von bestimmten Parametern (z. B. Fundstellendichte) sowie die Gewinnung von Erkenntnissen zur Verteilung materieller Hinterlassenschaften als wichtigste Gründe für Begehungsprojekte (Orton 2000, 67). Letztere drei Beweggründe nennt auch Edward B. Banning in seiner Klassifizierung der Arten von „Surveys" (wobei er den Begriff weiter fasst und auch andere Prospektionsmethoden mit einbezieht) (Banning 2002, 27 f.): zielgerichtete (*purposeful*), statistische und strukturelle Surveys, wobei er nicht ausschließt, dass für manche Fragestellungen auch eine Kombination dieser drei Arten zweckmäßig sein kann (Banning 2002, 35 f.).

Unter einer *zielgerichteten Begehung* versteht Banning den Versuch, Fundstellen eines bestimmten Typs oder einer bestimmten Zeitstufe in einer Region aufgrund von Vorwissen gezielt aufzufinden. Bei dieser Art von Begehung spielt auch die Archäoprognose (vgl. S. 285 ff.) eine wichtige Rolle (Banning 2002, 138 ff.). Die archäologische Landesaufnahme, deren Methodik im Prinzip noch immer auf den grundlegenden Arbeiten der 1920er und 1930er Jahre basiert (Jankuhn 1973, 392) und trotz methodischer und technischer Neuerungen (Andrikopoulou-Strack 2002) diese Erkenntnis nicht berücksichtigt, bedient sich dieses Konzeptes. Eine andere Möglichkeit für zielgerichtete Begehungen ist die Verifizierung oder zusätzliche Informationsgewinnung von Fundstellen, welche mit anderen Prospektionsmethoden entdeckt wurden. Die Begehung selbst kann dabei systematisch oder unsystematisch durchgeführt werden. Ein *statistischer Survey* ist nach Banning die Begehung eines größeren Gebietes an zuvor stichprobenartig ausgewählten Flächen. Ziel ist es, mit vertretbarem Aufwand statistisch relevante Aussagen zu unterschiedlichen Fragestellungen (etwa Fundstellendichte, Bevölkerungsgröße) zu erhalten. Diese Form der selektiven Begehung wurde bereits in den 1960er Jahren entwickelt, da systematische Begehungsprojekte größerer Gebiete sich als zu kostspielig und damit undurchführbar erwiesen (Binford 1964, 427). Im Unterschied dazu sind Bannings *strukturelle Begehungsprojekte* darauf bedacht, eine größere Region möglichst umfassend zu prospektieren. Man bezeichnet sie daher auch als *total*, *siteless*, *off-site* oder *non-site Surveys* (zu den Begriffen *siteless*, *off-site* und *non-site* siehe S. 149 ff.), da nicht die Fundstelle, sondern die Landschaft Ziel des Interesses ist (Banning 2002, 34).

Landschaftsarchäologisch scheinen in erster Linie die strukturellen, großflächigen Begehungen interessant. Die Untersuchung einer Zufallsauswahl von zu begehenden Flächen erscheint landschaftsarchäologisch gesehen nur bei bestimmten Fragestellungen (etwa der oben genannten Abschätzung von Parametern) oder im Zusammenhang mit anderen Prospektionsmethoden sinnvoll. Wenn man aus finanziellen Gründen nur kleinere Gebiete begehen kann, dann scheint es sinnvoller, diese anhand gründlicher Überlegungen sowie Beobachtungsstrategien unter vorheriger Einbeziehung anderer Prospektionsmethoden (v. a. der Luftbildarchäologie) gut argumentiert zu planen. Dies bedeutet nicht zwingend, dass man dabei nur jene Bereiche begehen muss, welche für Fundstellen vielversprechend wären oder welche bereits luftbildarchäologische Strukturen erkennen ließen.

10.2.1 Methodik

Es gibt keine einheitliche Methode für die Vorgangsweise bei einem Begehungsprojekt. Je nach Fragestellung und regionalen Verhältnissen bedarf es unterschiedlicher Methoden und Strategien, deren Auswahl auch durch die meist begrenzten Ressourcen eingeschränkt ist. Deshalb spielt die Projektplanung eine wichtige Rolle, bei der ausgehend von der Fragestellung und den Vorgaben des für deren Beantwortung am besten geeigneten Gebietes zahlreiche Entscheidungen bezüglich der Strategie und Vorgangsweise getroffen werden müssen. Prinzipiell gibt es eine Anzahl von Faktoren, welche im Arbeitsgebiet vorgegeben sind und bei der Projektplanung berücksichtigt werden müssen, wie zum Beispiel Art und Dichte der zu erwartenden materiellen Hinterlassenschaft, Geomorphologie, Landnutzung und die damit verbundene Sichtbarkeit des auf der Oberfläche liegenden Materials (Schiffer et al. 1978, 4).

Paradoxerweise bedingt die Verteilung und Menge der materiellen Hinterlassenschaft die Wahl einer geeigneten Methode und deren Parameter für die Begehung. Dazu bedarf es aber eines Vorwissens, welches oftmals das Ziel einer Begehung ist, und daher vor Projektbeginn nicht oder nur rudimentär vorhanden ist (Schiffer et al. 1978, 3). Hier helfen entweder eine Abschätzung in Verbindung mit Modellvorstellungen (Banning 2002, 12 ff.) oder eine Pilotphase, in welcher die Parameter anhand von Begehungen mit niedriger Auflösung bestimmt werden (Schiffer et al. 1978, 3). M.B. Schiffer et al. propagieren ein hierarchisches Vorgehen mit (1) Beschaffung bereits vorhandener Information, (2) extensive Erkundung des Gebietes, etwa durch mehrere begangene Korridore und (3) intensive Begehung (Schiffer et al. 1978, 16 ff.). Zumeist unerwähnt bleibt, dass man in der Pilotphase verstärkt auf den systematischen Einsatz anderer Prospektionsmethoden (vor allem jene der Fernerkundung) zurückgreifen könnte.

Ein wichtiger, durch die Region vorgegebener Aspekt, welcher praktische Auswirkungen auf die Arbeitsweise hat, ist die Zugänglichkeit und Begehbarkeit des Gebietes. Insgesamt führen Schiffer et al. fünf Faktoren an (Schiffer et

al. 1978, 9): Klima (schlammige Böden, Schnee), Biosphäre (Wald, Acker), Gelände (Ebene, Hänge, zerklüftetes Relief), vorhandene Straßen und Besitzrechte der zu begehenden Flächen. Aus den regionalen Vorgaben heraus ergeben sich je nach Fragestellung die anzuwendenden Methoden mit unterschiedlich zu bewertenden Parametern. Einheit der Analyse, benötigtes Ausmaß und Auswahlkriterien der zu begehenden Fläche(n), Genauigkeit und Intensität der Begehung, Dokumentation der Funde und Analysemethoden (siehe auch Banning 2002, 22 ff.) sind jene Parameter, die sowohl der Fragestellung als auch den gegebenen Faktoren angepasst sein müssen. Wider besseres Wissen müssen sie aber oftmals in Abhängigkeit der zur Verfügung stehenden finanziellen, personellen und zeitlichen Ressourcen gewählt werden (Mattingly 2000, 6).

10.2.1.1 Sichtbarkeit von Funden

Die Sichtbarkeit von Funden ist wohl einer der wichtigsten Faktoren für eine Feldbegehung (vgl. Terrenato 2000, 60). Sie ist teilweise durch die lokalen Verhältnisse vorgegeben, manche Aspekte lassen sich jedoch durch Wahl der Methode und des Zeitpunktes beeinflussen.

Die prinzipielle Auffindbarkeit der materiellen Hinterlassenschaft ist teilweise Resultat einiger mehr oder weniger vorgegebener Faktoren. Die Auffälligkeit des Kontrastes (M.B. Schiffer et al. führten dafür den Begriff *obtrusiveness* (*obtrusive* = aufdringlich) ein (Schiffer et al. 1978, 6) anhand dessen sich die archäologischen Funde von der archäologisch nicht beeinflussten Umgebung abheben, hat Auswirkungen auf die Wahrscheinlichkeit ihrer Auffindung. Scherben mit ähnlicher Textur und Färbung wie der sie umgebende Boden oder Silexartefakte auf steinigem Untergrund lassen sich schwieriger erkennen als große Keramikbruchstücke auf Sand. Allerdings ist dieser Kontrast selbst innerhalb einer Region höchst variabel und hängt auch von der Art der materiellen Hinterlassenschaft ab. Dieser prinzipiell vorhandene Kontrast kann auch durch verschiedene andere Faktoren vermindert oder überdeckt werden. Dadurch wird die Sichtbarkeit der Funde beeinträchtigt. Eine Überdeckung der fundführenden Schichten durch kolluviale oder alluviale Sedimente kann, sofern sie mächtiger als die Eindringtiefe des Pfluges ist, die Funde zur Gänze „unsichtbar" machen. Somit ist die Geomorphologie des zu begehenden Gebietes in die Projektplanung mit einzubeziehen.

Die prinzipielle Auffindbarkeit (Kontrast und Sichtbarkeit) der Artefakte hat primäre Auswirkung auf die Wahl der Methode. Konkret kann man im Falle von Begehungen zwischen der Aufsammlung von an der Oberfläche sichtbarem Material und der stichprobenartigen Entnahme von oberflächennah begrabenem Material (*sub-surface sampling*) unterscheiden (Orton 2000, 80). Letzteres wird vor allem in Großbritannien und Nordamerika in jenen Bereichen angewandt, bei denen aufgrund der Vegetation (Wald, Wiese) praktisch keine Sichtbarkeit von Funden gegeben ist. Man unterscheidet das Ausheben kleinerer quadratischer Gruben (zwischen 0,25 und 1 m Seitenlänge) im Raster (STP - *Shovel Test-Pit*), die Entnahme von Bohrkernen (*coring*), Schneckenbohren (*augering* – im Unterschied zum *Coring* wird hier kein zusammenhängender Bohrkern geborgen – Untersuchungen einer Stratifikation lassen sich daher nicht durchführen) und das Entfernen von Rasensoden oder der Laubbedeckung im Wald (*divoting*) (Kintigh 1988; Lovis 1976; Nance 1979; Nance, Ball 1986; Krakker et al. 1983; McManamon 1984; Gaffney et al. 1991). Mittels dieser – nicht unwidersprochenen (Wobst 1983) – Methoden lassen sich Funde, Strukturen, Kulturschichten oder chemische Anomalien feststellen. Wie bereits zuvor erwähnt, handelt es sich dabei zumeist nicht um zerstörungsfreie Untersuchungsmethoden.

Andere Faktoren, welche die Sichtbarkeit beeinflussen, sind die Landnutzung (Acker, Wiese, Wald, verbautes Gebiet), saisonal unterschiedlicher Zustand der Felder (gepflügt, geeggt, mit vorhandenem Bewuchs) oder witterungsbedingte Verhältnisse (nach einem Regen zeigen sich die „abgewaschenen" Funde oft besonders deutlich). Wolfram Schier betont, dass man auf der relativ groben Textur eines frisch gepflügten Feldes nur relativ große Funde entdeckt, während nach Verstreichen eines gewissen Zeitraumes und der durch Wettereinflüsse erfolgten Zerkleinerung der Erdklumpen auch vermehrt kleinere Funde entdeckt werden (Schier 1990, 42). Zudem zeigen auch Tageszeit oder Blickrichtung bei der Begehung Auswirkungen auf die Sichtbarkeit von Funden: Hat man die Sonne im Rücken, so sind Funde besonders gut zu erkennen, da die Farbkontraste am deutlichsten sichtbar sind. Gegenlicht wirkt sich in verminderten Farbkontrasten aus, zeigt aber die Struktur der Oberfläche aufgrund der größeren Schattenwirkung besonders deutlich (Willis 1932 – zitiert nach Allen 1991, 39).

Diese Faktoren lassen sich bis zu einem gewissen Grad beeinflussen – so kann man den Zeitpunkt der Begehung so ansetzen, dass der Großteil der Felder sich in gepflügtem Zustand befindet. Dennoch wird man vor allem in Gebieten mit einer sehr kleinflächigen Flurstruktur immer wieder mit Flächen konfrontiert sein, welche zum Beispiel geeggt, frisch abgeerntet oder mit Vegetation bestanden sind. Deshalb betonten bereits Michael Aston und Trevor Rowley die Notwendigkeit des wiederholten Begehens, um die Felder in jeweils unterschiedlichen Konditionen zu sehen und möglichst viel Information zu erhalten (Aston, Row-

LEY 1974, 31). Dies findet jedoch in der Regel maximal bei zunächst erfolglosen unsystematischen Begehungen statt. Bei großen, systematischen Begehungen verbietet sich eine mehrmalige Durchführung jedoch aus finanziellen Gründen. Aus diesem Grund haben V. Gaffney et al. in Anlehnung an John Bintliff (BINTLIFF 1985) für die zu begehenden Einheiten eine Bewertung der Sichtbarkeit aus einer zehnstufigen Skala vergeben, durch die sich die Fundhäufigkeiten während der Analyse standardisieren lassen (GAFFNEY et al. 1991, 61). Schwierig beim Versuch, die unterschiedlichen Sichtbarkeitsverhältnisse zu korrigieren, erweist sich sicherlich das Fehlen objektiver Kriterien bei der Bewertung der Sichtbarkeit (vgl. MATTINGLY 2000, 10).

Eine gute Sichtbarkeit sagt aber noch lange nicht aus, dass die an der Oberfläche liegenden Funde auch tatsächlich entdeckt werden. Dies hängt nicht zuletzt von den einzelnen Personen ab, die bei der Begehung mitwirken. Je nach Begabung (siehe z. B. DONEUS 2002, 35), Verfassung, Aufmerksamkeit, Interesse oder Vorwissen, können einzelne Personen durchaus unterschiedliche Ergebnisse bei einer Aufsammlung liefern, und zwar in Bezug auf Quantität des Materials aber auch in Bezug auf seine Zusammensetzung. So schreibt John Bintliff aus seinen Erfahrungen aus dem Böotien-Projekt:

„An eye trained to detect historic surface ceramics often misses unpainted coarse prehistoric potsherds; the latter can merge into the surface appearance of the soil whose texture and colour they so often resemble" (BINTLIFF 2000b, 207).

Die Sichtbarkeit von Funden beeinflusst zwar deren prinzipielle Auffindewahrscheinlichkeit, ist aber letztendlich nur eines von vielen Kriterien für die archäologische Relevanz der Ergebnisse einer Feldbegehung: Inwieweit das aufgefundene Material tatsächlich fundierte Aussagen zu Abgrenzung, Datierung, Dauer oder Funktion ehemaliger Fundstellen erlaubt, wird auch durch zahlreiche andere Faktoren mitbestimmt. So kann die Rate der erhaltenen Funde in Bezug auf verschiedenartige Materialien (Knochen, Keramik, ungebrannter Lehm, Eisen etc.) oder das Inventar von bestimmten Zeitstufen (unterschiedliche Qualität von Keramik) höchst unterschiedlich ausfallen. Auch die Möglichkeit der kulturellen und chronologischen Zuordnung von Artefakten variiert je nach Inventar beträchtlich. Manche Kulturen haben allgemein sehr wenig Material hinterlassen. Diese und zusätzliche Faktoren werden noch ausführlich am Ende des Abschnittes zur Feldbegehung diskutiert. Zudem nutzt die beste Sichtbarkeit für einen Fund wenig, wenn dieser aufgrund einer zu geringen Intensität der Begehung weit abseits der Begehungslinien liegt.

10.2.1.2 Intensität der Begehung

Die Wahl der Intensität, mit welcher ein Gebiet begangen werden soll, ist ein Produkt zahlreicher Überlegungen und hat sicherlich einen erheblichen Anteil an Erfolg oder Misserfolg eines Projektes. Fragestellung und theoretische Überlegungen wie Sichtbarkeit, Vorstellung über Größe, Verteilung und zu erwartende Artefakte der Fundstellen stehen praktischen Notwendigkeiten wie vorhandene Ressourcen, ein oft limitiertes Zeitfenster oder Transport- und Unterbringungsmöglichkeiten der gesammelten Artefakte gegenüber.

Die Fragestellung bedingt zunächst die Einheit der Analyse bzw. das, was eigentlich kartiert werden soll. Prinzipiell unterscheidet man *fundstellenbasiertes* (*site-based*) Begehen, bei dem das Auffinden neuer Fundplätze im Mittelpunkt steht, sowie *flächendeckende* Begehungen, bei denen Fundansammlungen oder jedes einzelne Artefakt kartiert werden (ORTON 2000, 81). Letztere können dazu dienen, mögliche chronologische (z. B. BECKER et al. 2001) oder funktionale Differenzierungen innerhalb einer Fundstelle zu erkennen, oder ein größeres Gebiet – oft unter Nichtberücksichtigung von Fundstellen – auf mögliche Aktivitätszonen hin zu untersuchen (*off-site*, *non-site* oder *siteless survey*) (z. B.: THOMAS 1975; DUNNELL, DANCEY 1983; DUNNELL 1988; BINTLIFF, SNODGRASS 1988; BINTLIFF 2000b). Das Für und Wider beider Vorgangsweisen ist Thema zahlreicher Diskussionen (z. B. BINTLIFF 2000b; TERRENATO 2004).

Unabhängig davon, ob Artefakte fundstellenbasiert oder flächig erfasst werden, unterscheidet man extensive und intensive Begehungen. Bei der *extensiven Begehung* ist die Erfassung eines großen Gebietes das Ziel (ORTON 2000, 75). In vielen Fällen ist sie fundstellenbasiert, d. h., es werden nur während der Begehung als Fundstellen interpretierte Fundkonzentrationen kartiert, sie kann aber auch Off-Site-Gebiete mit einschließen.

Extensive Begehungen können unsystematisch durchgeführt werden, wie dies bei der archäologischen Landesaufnahme der Fall ist (JANKUHN 1973), die Begehung kann aber auch systematisch, entlang zuvor festgelegter, paralleler Bahnen (*traverse*) erfolgen. Der Abstand zwischen den Bahnen beträgt zwischen 5 und 100 Meter, meist werden jedoch Abstände zwischen 10 und 25 Metern benutzt (MATTINGLY 2000, 8). Da bei solchen Abständen nicht der gesamte Raum zwischen den Bahnen abgesucht werden kann, handelt es sich in solchen Fällen eigentlich um eine systematische Beprobung (siehe Kapitel 10.2.1.3). Aus diesem Grund ist es wichtig, dass alle Personen, welche parallel zueinander auf den ausgelegten Bahnen gehen, eine gleichmäßige Geschwindigkeit einhalten. Zudem sollte deren „Begabung", Funde zu erkennen, ähnlich sein, um keine Verzerrungen bei der quantitativen Analyse zu erhalten (*modern pedest-*



Abb. 38: Extensive Feldbegehung in Zwingendorf, NÖ (Foto: Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

rian tactic – Schiffer et al. 1978, 13). Entlang der Bahnen werden in regelmäßig gewählten Abständen die Funde gesammelt und getrennt voneinander quantifiziert. Dadurch erhält man ein Raster mit relativ grober Auflösung (Abb. 39).

Extensive Begehungen haben also normalerweise eine geringere Auflösung und dienen häufig lediglich zur Beschaffung initialer Daten für die flächenmäßige Begrenzung nachfolgender, intensiverer Begehungen. Im Gegensatz dazu sucht man mit einer *intensiven Begehung* die Oberfläche eines meist kleineren Gebietes zur Gänze ab (Orton 2000, 75). Dazu wird üblicherweise ein feinerer Raster ausgesteckt und die einzelnen Felder so begangen, dass möglichst die gesamte Fläche abgesucht werden kann. Die intensive Begehung erzielt dadurch eine hohe Auflösung. Bisweilen werden auch Fundeinmessungen vorgenommen (Becker et al. 2001; Nehren et al. 1994; Wessel, Wohlfarth 2003).

Oft werden Begehungsprojekte hierarchisch geplant, wobei in den einzelnen Phasen aufgrund der zuvor erhaltenen Ergebnisse kleinere Flächen ausgewählt und mit entsprechend höherer Intensität begangen werden (z. B. Schiffer et al. 1978, 3; Gaffney et al. 1991, 61; Grosman 1996).

10.2.1.3 Strategien der Beprobung

Entgegen der oft geäußerten Meinung, die Feldbegehung sei die kostengünstigste Art der archäologischen Prospektion, ist es in vielen Fällen ressourcenbedingt unmöglich, größere Gebiete systematisch zu begehen. Die im Laufe der 1960er Jahre entwickelte Methodik archäologischer Feldbegehung beruht auf der Annahme, dass es für manche Fragestellungen ausreicht, stichprobenartig ausgewählte Bereiche eines Gebietes zu begehen (vgl. Novaković 1996, 40). Wenn es bei der Fragestellung etwa darum geht, Abschätzungen zur Anzahl oder Dichte von Fundstellen, einen repräsentativen Querschnitt zu Fundstellenkategorien oder eine Idee zur größenmäßigen, chronologischen oder funktionalen Bandbreite der Fundstellen innerhalb einer Region zu erhalten, so kann man sich statistischer Methoden der Stichprobenauswahl bedienen, und somit auch mit vertretbarem Aufwand zu fundierten Annahmen gelangen (Orton 2000, 67, 78f.).

Als wichtig wird die Auswahl der zu begehenden Flächen angesehen. Sie muss repräsentativ sein, wobei die zu begehenden Bereiche zufällig, stratifiziert oder systematisch über das Projektgebiet verteilt sein können (zuletzt: Orton 2000, 67–111; Banning 2002, 113–132). Bei der zufälligen Stichprobe werden die einzelnen Flächen mit jeweils gleich hoher Wahrscheinlichkeit ausgewählt. Diese Methode der Auswahl ist einfach durchzuführen, kann aber zu größeren unbeprobten Zonen führen (Banning 2002, 114). In einer heterogenen Landschaft, die etwa aus einem großen Tal, einer Hochebene und einer hügeligen Region besteht, gilt die Anwendung einer sogenannten „stratifizierten Beprobung" als eine vernünftige Möglichkeit. Durch Abgrenzung der einzelnen Zonen und eine zufällige Stichprobenwahl getrennt für jede Zone wird gewährleistet, dass keine dieser Zonen zu viel oder zu wenig Stichproben erhält (Banning 2002, 115).

Bei der systematischen Beprobung werden Flächen regelmäßig über das Gebiet verteilt (Banning 2002, 116). Typischerweise wird es für die Entnahme von oberflächennahem Material (*sub-surface sampling*) angewandt, wobei sich James Krakker et al. intensiv mit unterschiedlichen Beprobungsmustern auseinandergesetzt haben (Krakker et al. 1983). Aber auch eine Begehung entlang weit auseinanderliegender Bahnen ist im Prinzip eine systematische Beprobung. Es gibt auch komplexere Methoden, welche meist aus einer Kombination aus zufälliger, stratifizierter und systematischer Stichprobenwahl bestehen. Ein Sonderfall ist die adaptive Beprobung, bei der die Strategie nach bestimmten Regeln während der Begehung laufend angepasst wird. So kann für den Fall, dass in einem Bohrloch Funde auftreten, in der unmittelbaren Nachbarschaft vermehrt beprobt werden (Banning 2002, 117 ff.).

Wie auch immer die Stichproben gewählt werden, wichtig für die Relevanz des Ergebnisses ist vor allem deren An-

zahl. Diese ist abhängig von der Fragestellung, der Häufigkeit und Verteilung der materiellen Hinterlassenschaft, dem tolerierbaren Fehler und dem Konfidenzintervall (Banning 2002, 124; Schiffer et al. 1978, 13). Die Schwierigkeit dabei ist, dass man je nach Fragestellung zuvor berechnen muss, wie groß die Anzahl der zu begehenden Flächen sein sollte, damit die Aussage innerhalb einer bestimmten Fehlertoleranz Gültigkeit hat (Orton 2000, 84 f.). Die Fläche der einzelnen Proben ist dabei sekundär.

Für die Größe der einzelnen Flächen gibt es eine Reihe von Argumenten (Orton 2000, 87; Schiffer et al. 1978, 11). Statistisch gesehen ist die Form der zu beprobenden Flächen vernachlässigbar – auch natürliche Einheiten mit unregelmäßigem Grundriss sind möglich (Orton 2000, 86; z. B. Kuna 1998a). Üblich sind jedoch das Quadrat und parallele, sich durch das gesamte Projektgebiet ziehende, oft zwischen 75 und 500 m breite Streifen (*transect*). Diese Streifen entsprechen im Prinzip einer langen Reihe von aneinandergelegten Quadraten (Orton 2000, 85 ff.; Schiffer et al. 1978, 11 f.; Shennan 1985, 11 ff.). Solche *transects* sind zwar logistisch leichter zu bewerkstelligen, darauf basierende statistische Ableitungen müssen jedoch Effekte der Autokorrelation berücksichtigen.

Insgesamt erscheint eine statistische Beprobung bei großflächigen Begehungen problematisch. Die Ergebnisse einer jeden Begehung werden durch zahlreiche Faktoren verzerrt, wobei auf jeder der zufällig ausgewählten Flächen eine andere Kombination dieser Faktoren wirkt. Deshalb wird bei der funktionalen Analyse häufig betont, dass ein quantitativer Vergleich von unterschiedlichen Begehungen nicht möglich sei. Es erscheint daher fraglich, ob sich Aussagen zu Anzahl oder Dichte von Fundstellen (gemeint sind dabei zumeist Siedlungen) aufgrund einiger weniger zufällig ausgewählten begangenen Flächen tätigen lassen.

10.2.1.4 Selektion des Fundmaterials

Ein weiteres Problem, welches sich bei großflächigen Begehungsprojekten ergibt, ist die Menge an Funden. Ihre Verpackung getrennt nach Rastereinheiten, Archivierung und Bearbeitung kann die vorhandenen Ressourcen rasch sprengen, obwohl aussagekräftiges Material in der Regel nur spärlich vertreten ist:

„Site collections often seem huge at the time, but yield a disappointingly small range of diagnostic sherds for each time period“ (Mattingly 2000, 7).

Aus diesem Grund ist man mancherorts dazu übergegangen, nur noch aussagekräftiges Material zu sammeln, was die Materialmenge erheblich verkleinert. Um dennoch eine Quantifizierung zu ermöglichen, werden alle anderen Artefakte gezählt. In anderen Projekten ist man dazu übergegangen, gar nichts mehr zu sammeln und die datierenden Artefakte vor Ort zu bestimmen (Mattingly 2000, 9). Eine Auflistung der diversen Strategien findet sich bei David Mattingly (Mattingly 2000, 7, Table 2.1).

Die Strategien des Nicht-Aufsammelns erzeugen jedoch erneut Probleme: so muss garantiert sein, dass jeder begehende Projektteilnehmer die Artefakte auch tatsächlich bestimmen kann. Zudem kann in bestimmten Regionen und Zeitstufen auch die Tonart der Keramik eine Datierungsmöglichkeit darstellen, was jedoch vor Ort meist nicht abgeklärt werden kann. Für eine funktionale Analyse bedarf es zudem nicht nur der datierbaren Keramik, sondern einer Quantifizierung der anderen Funde, wie Ziegel, Hüttenlehm, Schlacken etc. (Mattingly 2000, 8 f.). Zudem fehlt jegliche Möglichkeit, Datierungsfehler im Nachhinein zu korrigieren, und die Ergebnisse der Begehung sind nicht mehr nachvollziehbar. Andererseits ist in jenen Fällen, wo die Funde vor Ort verbleiben, die Methode tatsächlich zerstörungsfrei (Cherry 1982, 19).

Elizabeth Fentress nimmt eine kritische Haltung zur Frage der Quantifizierung von Funden ein (Fentress 2000). In vielen Fällen sei sie nicht notwendig, zu kostenintensiv und bringe wenig bis keine Mehrinformation. Viel wichtiger sei es, qualitative Informationen zu sammeln, welche es erlauben, die Funktionalität der Fundstelle zu ermitteln:

„We cannot seek for complex patterning in a site which at best is represented by 30 diagnostic sherds. Data in this sort of quality is resistant to all but the simplest interpretations – domestic, 2nd century BC, 50 m² – and no amount of close measurement will provide anything more significant“ (Fentress 2000, 50).

Ob qualitativ oder quantitativ, das Zitat von Elisabeth Fentress zeigt deutlich, dass Feldbegehungen, so intensiv sie auch sein mögen, es nicht erlauben, die komplexen Strukturen materieller Hinterlassenschaft wiederzugeben. In diesem Zusammenhang verwundert es, dass abgesehen von wenigen Ausnahmen die kombinierte Anwendung mit anderen Prospektionsmethoden kein Thema zu sein scheint. Gemessen an den Kosten für systematische großflächige Surveys mit Fundeinmessung, erscheint eine geophysikalische Prospektion dieser Gebiete durchaus finanzierbar und würde mit Sicherheit mehr Licht in die räumliche und funktionale Organisation einer Fundstelle bringen.

10.2.1.5 Analyse von systematischen Begehungen

Bei der Analyse der Aufsammlungen geht es letztendlich um die Interpretation der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung von Fundansammlungen und eine räumliche Analyse deren Verteilung. Je nach Fragestellung

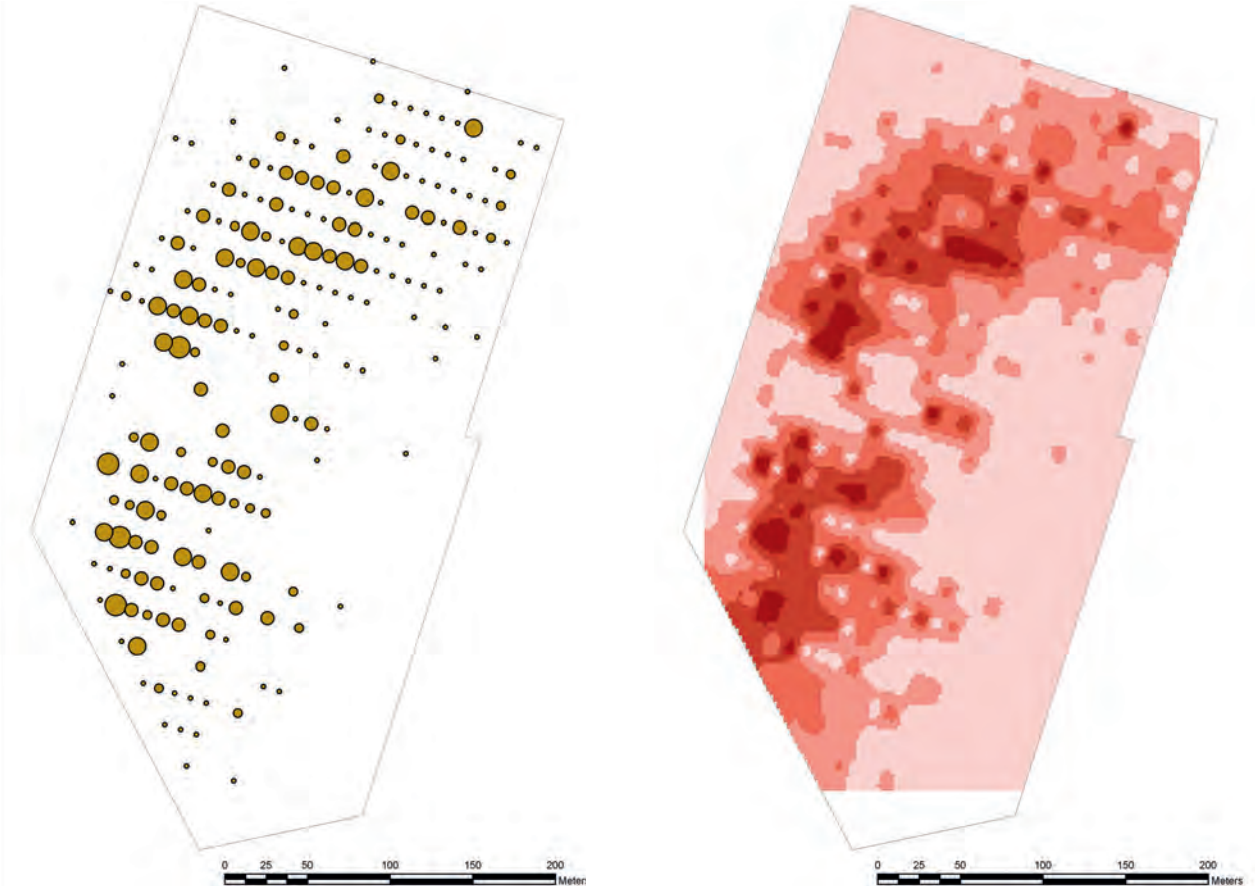


Abb. 39: Zwingendorf, NÖ. Verteilung der Keramik aus dem 8. Jh. AD als Kartierung von Symbolen (links) und als interpolierte Dichtekarte (rechts) (© Nives Doneus).

sowie verfolgter Methode und Strategie liegen systematische oder unsystematische Daten in grober oder feiner Auflösung vor und bedürfen daher unterschiedlicher statistischer und visueller Interpretation. Im Rahmen der Landschaftsarchäologie interessieren vor allem die Rekonstruktion von Lage und Funktion ehemaliger Aktivitätszonen, deren chronologische Ansprache sowie deren Dichte und Verteilung im Untersuchungsgebiet.

Bei fundstellenbasierten, unsystematischen Begehungen findet eine Interpretation, d. h. eine Zuweisung, ob eine Fundstelle vorliegt oder nicht, meist bereits vor Ort statt. Die spätere Analyse ist daher in diesen Fällen üblicherweise qualitativer Art, d. h. eine chronologische und eventuell auch funktionale Differenzierung des gefundenen Materials. Die Analyse extensiver oder intensiver systematischer Begehungen findet meist zu einem späteren Zeitpunkt statt. Der dokumentierte Lagebezug der Funde eröffnet hierbei erweiterte Möglichkeiten zur quantitativen Auswertung, zu denen überraschenderweise verhältnismäßig wenig publiziert ist (Mattingly 2000, 11).

Mit ein Grund dafür dürfte das prinzipielle Problem der Interpretation von Oberflächenfunden sein, bei dem es bereits schwierig genug erscheint, Fundstellen abzugrenzen, geschweige denn eine Verteilung mehr oder weniger dünn verstreuten, kaum datierbaren Materials einer vernünftigen Interpretation zuzuführen (vgl. Kapitel 10.2.2.3).

Dort, wo die Funde innerhalb eines extensiven oder intensiven Rasters aufgenommen wurden, lassen sich verhältnismäßig einfach Dichtekarten – meist im Rahmen eines GIS – erzeugen. In den Fällen, wo die Sichtbarkeit anhand einer Skala bewertet wurde, wird diese Information dazu genutzt, die absolute Anzahl der in chronologische Phasen und qualitative Gruppen klassifizierten Artefakte gemäß der Sichtbarkeit zu standardisieren (Gaffney et al. 1991, 64; Bintliff 1985, 210; Doneus 2002, 34; Scharrer-Liška 2004).

Die Dichte selbst wird meist entweder durch eine symbolhafte Darstellung in Form von Kreisen mit je nach dargestellter Fundanzahl unterschiedlich großem Durchmesser oder in Form interpolierter Dichtekarten realisiert (Abb.

39). Dabei kann die Wahl für die eine oder andere Art der Darstellung sinnvollerweise auch anhand der Menge der zu kartierenden Funde je Klasse erfolgen (Doneus 2002, 34). Für die Interpolation gibt es unterschiedlichste Techniken. Manchmal wird eine Oberflächentrendanalyse (*trend surface analysis*) durchgeführt. Diese Technik bietet sich deshalb an, weil sie die räumliche Verbreitung einer einzelnen Variablen (etwa Anzahl der Artefakte einer bestimmten Zeitstufe) trotz Hintergrundrauschen durch die zahlreichen beeinflussenden Faktoren (Verlagerung, Auffindung etc.) interpoliert anzeigen und auf diese Weise Fundkonzentrationen besser erkennbar machen kann (Wheatley, Gillings 2002, 200; Hodder, Orton 1976, 155; O'Sullivan, Unwin 2003, 256; Terrenato 2000).

Die Interpretation dieser Kartierungen erfolgt in der Regel visuell, oft unter Verwendung eines GIS. Es geht dabei, wie bereits eingangs erwähnt, um das Erkennen von Aktivitätszonen und der Darstellung von zeitlicher Tiefe innerhalb der Begehungsflächen. Dazu sei zum Beispiel die Begehung der Stadt Tanagra innerhalb des Böotien Survey Projektes erwähnt (Bintliff, Slapšak 2010). Die Dichtemuster der Oberflächentrendanalyse werden dabei bisweilen über Modelle, anhand der diese Muster erklärt werden können, interpretiert (z. B. Hayes 1991), wobei es sowohl bei der Definition und Abgrenzung von Fundstellen sowie bei der Deutung großflächiger Fundstreuungen geringer Intensität erhebliche Meinungsverschiedenheiten gibt.

10.2.2 Methodische Probleme der Feldbegehung

Im Rahmen der Landschaftsarchäologie soll die archäologische Prospektion die großräumige und großflächige Auffindung, Kartierung sowie die chronologische Bestimmung und funktionale Interpretation der materiellen Hinterlassenschaft und ihrer Umwelt bewerkstelligen. Inwieweit die Feldbegehung dieser Forderung nachkommen kann, und welchen Wert sie für die Landschaftsarchäologie besitzt, soll zunächst anhand der drei Eckpunkte: Rate und Zuverlässigkeit der Auffindung, Potenzial für eine großräumige Erfassung sowie Aussagemöglichkeiten der Interpretation erörtert werden. Die folgenden Ausführungen gelten speziell für den mitteleuropäischen Raum.

10.2.2.1 Rate und Zuverlässigkeit der Auffindung

In der bisherigen Diskussion wurden bereits zahlreiche Aspekte erwähnt, welche sich direkt oder indirekt auf die Auffindung oberflächlicher Funde auswirken. Im Folgenden sollen jene Faktoren angeführt werden, welche eine wichtige Rolle bei der Auffindung und Interpretation von Oberflächenbegehungen spielen (siehe auch Schiffer et al. 1978; Neustupný 1998c, 53; Banning 2002, 39 ff.):

Entstehen und Dynamik einer Artefaktverteilung. Diese wurden bereits weiter oben ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 9). In diesem Zusammenhang scheint es wichtig zu betonen, dass es in einer Oberflächenbegehung praktisch kein Artefakt gibt, welches nach seiner Ablagerung nicht von einem oder mehreren Effekten dynamischen Wandels (v. a. Verlagerung, Erosion) betroffen ist. Hauptsächlich sind es wohl Verwitterung sowie horizontale und vertikale Verlagerung, die seit der Ablagerung der Funde wiederholt stattgefunden haben.

Eine Dokumentation der geomorphologischen Situation (Mächtigkeit eines vorhandenen Kolluviums, alluviale Bedeckung, Grad der Erosion etc.), der Bodenart sowie der Bodennutzung hilft zwar bei der Abschätzung des Ausmaßes von Verlagerung, Zerstörung, Sortierung etc. Sie kann uns jedoch keine Auskunft darüber geben, was sich in welcher Qualität und Quantität nicht überliefert hat. Der Umstand, dass etwa keine Knochen gefunden werden, kann mit dem zerstörenden, kalkarmen Bodenmilieu zusammenhängen – es kann aber auch eine funktionale Qualität der Aktivitätszone sein. Man läuft daher Gefahr, Zirkelschlüsse zu produzieren, welche letztendlich die Aussage der Begehung beliebig machen.

Rate der überlieferten Funde. Die Geomorphologie kann auch chronologische Verzerrungen im Fundmaterial bewirken, etwa wenn durch prähistorische Erosions- und Akkumulationsprozesse zu diesem Zeitpunkt bereits abgelagertes Material zerstört oder bedeckt wurde (Terrenato 2004, 44). Zudem wirkten sich die Prozesse der Verwitterung auf ältere Artefakte entsprechend länger aus. Es besteht also ein anzunehmender großer Unterschied zwischen der ursprünglichen Fundanzahl in der lebenden Kultur (*parent population*) und dem, was im Pflughorizont vorhanden ist (Haselgrove 1985, 9). Um die Sachlage noch komplizierter zu machen, sind Produktionsrate, abgelagerter Prozentsatz sowie Qualität und somit Haltbarkeit der Funde im Boden kulturell höchst unterschiedlich, was dazu führt, dass die Rate an Funden, welche sich bis heute überliefert hat, chronologisch und kulturell bedingt höchst unterschiedlich ist.

Darüber hinaus wird nur ein Bruchteil der prinzipiell im Ap-Horizont vorhandenen Funde an der Oberfläche sichtbar: „Only a tiny proportion of the artifacts is actually exposed and visible on the surface, and thus collectable, at any one time – often as little as 2%" (Haselgrove 1985, 8). Von diesem wird wiederum in Abhängigkeit von Intensität der Begehung und anderer Faktoren nur ein Teil auch tatsächlich gefunden.

Zahlreiche Beispiele im Rahmen des Böotien-Surveys belegten, dass vor allem prähistorische Keramik zum Teil

nur spärlich vorhanden war und sich unter größeren Mengen jüngeren Materials verbarg. Viele Fundstellen wären allein aufgrund der Dichte ihrer Fundverbreitung wohl nicht gefunden worden (Bintliff 2000b, 206; Bintliff 2011).

Die Bodennutzung. Ackerbau, Tiefe und Art des Pflügens, Weideland, Wald oder verbautes Gebiet etc. wirken sich höchst unterschiedlich auf die Sichtbarkeit der oberflächlich liegenden Funde aus. Sichtbarkeitsfaktoren sind eine Möglichkeit der Korrektur, sind aber nicht unumstritten.

Stefano Campana und Ricardo Francovich konnten in der südlichen Toskana ein beunruhigendes Phänomen feststellen (Campana, Francovich 2007, 250): Bei den intensiven Begehungen auf bekannten Fundstellen geht die Menge an aufgefundenen Artefakten in den letzten Jahren dramatisch zurück. Der Grund dafür ist nicht bekannt. Campana vermutet jedoch, dass der Grad an Zerstörung in großen Gebieten bereits zu weit fortgeschritten ist, oder, was wahrscheinlicher erscheint, dass aufgrund diverser Maßnahmen der letzten Jahre die Eindringtiefe der Pflüge verringert wurde und somit keine neuen Funde mehr dem Pflughorizont zugeführt werden. In diesem Fall wäre dies zwar gut für die Erhaltung der Fundstellen, würde aber ein methodologisches Problem bei der Anwendung systematischer Begehungen mit sich bringen.

Eventuell erfolgter Humustransfer zur Bodenverbesserung. Dieses Problem wurde bereits ausführlich behandelt (vgl. S. 132). Es ist ein kaum beachtetes, aber dennoch extrem besorgniserregendes Phänomen, welches letztendlich ein Begehungsprojekt ad absurdum führen kann.

Tiefe der Lage von Funden / selektive Aktivitäten. Bei Begehungen, egal ob intensiv, extensiv oder unsystematisch, können bestimmte Zonen menschlicher Aktivität nicht oder nur in geringem Ausmaß gefunden werden. Gräberfelder bleiben zum Beispiel bei Begehungen dann unentdeckt, wenn die Grabgruben noch unter dem Pflughorizont eingetieft sind. Ein kurzer Blick in publizierte siedlungs- und landschaftsarchäologische Arbeiten bestätigt dies: Abgesehen davon, dass manche Autoren nicht zwischen Siedlung, Bestattung oder anderen Kategorien unterscheiden und nur von Fundstellen sprechen (z. B.: Gillings 1995; Wessel, Wohlfarth 2003) und andere nur mit Siedlungen arbeiten (z. B.: Posluschny 2001; Ostritz 1991), zeigen so gut wie alle Publikationen ein krasses Missverhältnis zwischen Siedlungen und Bestattungen.

Thomas Saile hatte für die Wetterau vor allem Daten aus Feldbegehungen zur Verfügung. Etwa die Hälfte der Fundstellen waren Siedlungen (Anzahl: 938) und ein Viertel Bestattungen. Dazu muss man aber bedenken, dass von den 474 Gräberfeldern etwa 200 Grabhügelfelder noch im Geländerelief sichtbar waren und 14 aus Luftbildern stammen. Übrig bleiben 260 Bestattungsplätze, von denen nur etwa ein Drittel (86 Fundstellen oder 4,5 %) durch Begehungen entdeckt worden sein dürfte (Saile 1998, 58 f., 82), wenn man die Fundumstände aller Fundstellen in Betracht zieht (Saile 1998, 46 – leider sind die Fundumstände nicht auf Fundstellenkategorien aufgeschlüsselt).

Im südlichen Maindreieck zeigen sich recht ähnliche Verhältnisse: 770 Siedlungen (etwas mehr als die Hälfte aller Fundstellen) stehen 253 Bestattungsplätze gegenüber, wobei 148 davon im Relief erhalten waren oder aus Luftbildern heraus erkannt wurden (Schier 1990, 75). Dies bedeutet, dass voraussichtlich nur 42 oder 3 % aller Fundstellen Bestattungsplätze darstellen, welche durch Oberflächenbegehungen gefunden wurden.

Małgorzata Pietrzak konnte aufgrund eines Surveys in Südpolen insgesamt über 700 Siedlungen bzw. Spuren von Siedlungen gegenüber 5 Bestattungsplätzen feststellen (Pietrzak 2004, 72), und auch Martin Kuna und D. Adelsbergerová konstatieren, dass bei ihren Begehungen in erster Linie Siedlungen und kaum Bestattungsplätze (wenn, dann stammen diese von früheren Grabungen) entdeckt werden konnten (Kuna, Adelsbergerová 1995, 119). Die Liste ließe sich beliebig erweitern.

Intensität der Feldbegehung. Die Intensität der Begehung hat sicherlich den größten Einfluss darauf, wie viel des potenziell oberflächlich sichtbaren Materials auch tatsächlich gefunden wird. Experimente mit vergrabenen Silexabschlägen und Geröllen ergaben, dass im Schnitt etwa 3,6 % der im Ap-Horizont enthaltenen Geräte an der Oberfläche lagen und gefunden wurden. R.H. Clark und A.J. Schofield nahmen dies als Ausgangspunkt für ein Gedankenexperiment (Clark, Schofield 1991, 102): Aufgrund von Ausgrabungen, bei der die Gesamtzahl der Steingeräte erfasst wurde und ihrer experimentellen Ergebnisse, kamen sie zu dem Schluss, dass von einer Fundstelle mit 452 Artefakten bei einer Begehung mit 15 m Bahnabstand nur etwa 0-3 Abschläge gefunden würden. Selbst die Fundstelle „Black Patch" mit ihren etwa 12.000 Artefakten (1 % davon Werkzeuge) würde bei einer solchen Begehung zwischen 7 und 83 Abschläge und ein einziges Werkzeug ergeben und somit wahrscheinlich kaum als Fundstelle angesprochen werden (Clark, Schofield 1991, 102).

John Bintliff drückt es deutlich aus: „… when we turn to the recognition of activity foci – there is no doubt that intervals greater than 5 m produce information loss" (Bintliff 2000b, 203). Dennoch konnten trotz einer extrem dichten Begehungstaktik im Böotien-Survey nur etwa 57 % jener Fundstellen entdeckt werden, deren Vorhandensein aus literarischen Quellen gesichert erscheint (Terrenato 2004, 44).

Wiederholungsrate der Begehung. Die an der Oberfläche liegenden Funde sind beweglich und verändern ihre Lage mit der Zeit. Zudem beeinflussen zahlreiche Faktoren deren Vorhandensein und Sichtbarkeit. Tests mit wiederholten Begehungen zeigten, dass sich die Ergebnisse in der Regel nicht gleichen (Terrenato 2004, 37; Bintliff 2000b, 204). Dies bedeutet, dass ganze Fundstellen von einer zur anderen Begehung nicht und dann wieder anhand vieler Artefakte zu erkennen waren. Eine ähnliche Beobachtung konnte von uns in einem Projekt gemacht werden, wo über 300 aus Luftbildern entdeckte Fundstellen begangen wurden (Doneus et al. 2007). An einigen Plätzen konnte erst nach der zweiten Begehung Fundmaterial entdeckt werden. Manche Fundstellen erbrachten erst beim dritten Mal Artefakte (dann aber ergiebige Mengen). Wären diese Bereiche nicht aufgrund der Luftbildinformation bereits als Fundstellen bekannt gewesen, wären diese Plätze wohl nicht wiederholt begangen worden und wären somit unbekannt.

Ähnliches berichtet J. Bintliff aus dem Böotien-Survey (Bintliff 2000b, 206; 2011): In Palaeokarandas, einem bronzezeitlichen Dorf, welches ursprünglich durch eine Fülle von Material lokalisiert wurde, konnten bei einer wiederholten Begehung nur wenige Scherben gefunden werden, die wohl eher die Interpretation eines Gehöftes zugelassen hätten. Begehungen müssen daher – wenn sie eine systematische Erfassung aller erkennbaren Aktivitäten in einem Gebiet zum Ziel haben – mehrfach durchgeführt werden. Dies ist jedoch aus ressourcenbedingten Gründen praktisch unmöglich.

Die Möglichkeit einer kulturellen Zuordnung der Funde. Metallfunde – und hier vor allem jene aus Buntmetall – können oft chronologisch gut eingeordnet werden. Die Datierbarkeit des keramischen Inventars variiert hingegen stark zwischen den einzelnen Kulturstufen. Dies liegt zum Teil in der unterschiedlichen Herstellung der Keramik und somit ihrer Qualität, die sich auf die Erhaltung datierender Details an der Oberfläche auswirkt. Zudem hängt es auch davon ab, wie viel Keramik produziert wurde, wie viel davon tatsächlich abgelagert wurde und wie „verzierungsfreudig" die TöpferInnen in den unterschiedlichen Zeiten waren. In diesem Sinn bemerkt Elke Heege, dass es in der Hildesheimer Börde zu Verzerrungen bei der Anzahl sicher datierter linearbankkeramischer Fundstellen und jenen des Mittel- und Spätneolithikums komme, weil die Keramik letzterer Zeitstufen sich anscheinend nicht so gut erhalte (Heege 1989, 64).

Die meisten in einer Begehung gefundenen Scherben sind jedenfalls verhältnismäßig uncharakteristische Stücke, welche sich bisweilen aufgrund von Ton und Machart einer Kultur zuordnen lassen. So waren bei dem zuvor erwähnten Projekt entlang der Leitha (Doneus et al. 2007) manche Zeitstufen, wie das Frühneolithikum oder die Spätbronzezeit gut zu datieren, während es für den Zeitraum von der frühesten zur mittleren Bronzezeit schwerfiel, gesicherte Datierungen anhand der Grobkeramik vorzunehmen. Somit können verschiedene Zeitstufen über- bzw. unterrepräsentiert sein.

Auf ein weiteres Problem verweist T. Banning (Banning 2002, 204): Wenn an einer Stelle keine Funde einer Zeitstufe gefunden werden, bedeutet dies nicht zwingend, dass diese Zeitstufe dort nicht vorhanden ist.

Der Kontrast zwischen Artefakten und Farbe bzw. Textur des Bodens. Dieser Kontrast ist als Teilaspekt von Schiffers *Obtrusiveness* (Schiffer et al. 1978, 6) ausschlaggebend für die Sichtbarkeit der Funde und wirkt sich im Wechselspiel mit der Begabung der Teilnehmer direkt auf die Entdeckungsrate aus. Problematisch ist, dass sich dieser Kontrast selbst innerhalb eines Feldes ändern kann und dass es auch hier zu einer Selektion der Artefakte kommt, bei der etwa Scherben mit einer anderen Farbgebung im aufgesammelten Material überrepräsentiert sein können.

Motivation, Begabung, Aufmerksamkeit und Vorwissen der TeilnehmerInnen. Dies ist ein wichtiger Punkt, welcher die Entdeckungsrate beeinflusst (Banning 2002, 65 f.). Für gewöhnlich muss man davon ausgehen, dass die Teilnehmer alle aufmerksam und motiviert sind.

Zeitpunkt der Begehung. Wetter, Lichtverhältnisse und Zustand des Feldes sind ebenfalls wichtig für die Erkennungsrate von Funden. Einerseits kann man versuchen, den idealen Zeitpunkt zu wählen. Andererseits gibt es diesen nicht für ein gesamtes Gebiet – ein idealer Zeitpunkt existiert nur für die einzelnen Felder, was vor allem in Regionen mit sehr kleinteiliger Parzellierung problematisch ist. Hier müssen Kompromisse gefunden und eventuelle Verzerrungen der Auffindungsrate anhand von Sichtbarkeitsktriterien gefiltert werden.

10.2.2.2 Potenzial für eine großräumige Erfassung

Entgegen der oft geäußerten Meinung sind Begehungsprojekte – wenn sie nicht mit freiwilligen Teilnehmern durchgeführt werden – extrem kostenintensiv. Elizabeth Fentress führt hierzu etliche Beispiele an (Fentress 2000, 44). Je dichter die Bahnen einer systematischen Begehung aneinander liegen, desto mehr Funde und desto mehr Aktivitätszonen werden gefunden – das Verhältnis ist direkt proportional. Eine ähnliche Aussage lässt sich jedoch auch in Bezug auf die begangene Gesamtfläche sagen: je intensiver die Begehung desto größer wird der Aufwand, eine gleich große Fläche zu erfassen (Terrenato 2004, 38).

Über große Räume mit mehreren Hundert Quadratkilometern sind solche Projekte nicht oder nur sehr langfristig realisierbar. Das Böotien Projekt von John Bintliff und Anthony Snodgrass, ein Meilenstein in der Geschichte der systematischen archäologischen Feldbegehung, konnte zwischen 1978 und 1991 eine Fläche von etwa 50 Quadratkilometer erkunden (Bintliff, Snodgrass 1988; Bintliff 2002, 2000b; Bintliff et al. 2010). Das Potenzial für eine großräumige, systematische, intensive Erfassung eines Gebietes durch Oberflächenaufsammlungen muss daher, wenn man nur begrenzte zeitliche und finanzielle Ressourcen hat (und dies dürfte wohl eher die Regel denn die Ausnahme sein), als ernüchternd gering beurteilt werden.

10.2.2.3 Aussagemöglichkeiten der Interpretation

Je nach Aktivitäten innerhalb eines kleineren Gebietes kann die im Boden vorhandene materielle Hinterlassenschaft äußerst komplex sein. Das durch eine Begehung entdeckte und kartierte Fundmuster steht dem in nichts nach. Es besteht aus einer Vermischung komplexer, sich überlagernder und praktisch unentwirrbarer Aktivitätsmuster.

Deshalb verwundert es nicht, wenn bereits seit mehreren Jahrzehnten zum Teil heftig geführte Dispute zu verschiedenen Problemen der Interpretation stattfinden, die auch in der Literatur ihren Niederschlag finden. Drei Themen haben sich dabei herauskristallisiert: die Definition und räumliche Abgrenzung von Fundstellen beziehungsweise Aktivitätszonen, die funktionelle Ansprache dieser sowie die Frage nach der Interpretation sogenannter Off-Site-Funde.

Definition von Fundstellen / Aktivitätszonen

Gleich vorweg sollte an dieser Stelle betont werden, dass – auch wenn es nicht explizit genannt wird – die meisten Autoren unter einer Fundstelle in erster Linie eine Siedlung verstehen. Ein Grund dafür scheint zu sein, dass die Methodik der Begehungen im Rahmen der *settlement archaeology* Nordamerikas entwickelt wurde und somit die Siedlung als die grundlegende Einheit für Analysen angesehen wurde (Novaković 1996, 38).

David Mattingly zeigt zwei prinzipielle Strategien der Erkennung von Fundstellen (Mattingly 2000, 6): eine Klassifizierung anhand der visuellen Einschätzung von Fundverteilungen vor Ort während der Begehung selbst oder anhand bestimmter Kriterien während der Analyse der Ergebnisse. In beiden Fällen ist bei den meisten Projekten die unterschiedliche Dichte der Artefaktverteilung Hauptkriterium der Fundstellendefinition.

Es gibt eine Unzahl von Publikationen, in denen die Definition von Fundstellen aufgrund der Artefaktdichte vorgenommen wird. Dabei werden die unterschiedlichsten Zahlen und Berechnungen verwendet. Einige Beispiele dafür sind bei A. J. Schofield erwähnt, zum Beispiel (Schofield 1991a, 3 f.): zwei oder mehr Artefakte in unmittelbarer Nähe; eine isolierte Ansammlung von mindestens fünf Artefakten. Michael B. Schiffer at al. beschreiben eine Fundstelle als „a high density area of artefacts", und etwas später betonen sie: „The occurrences of artefacts in a study area customarily are thought to cluster in natural observation units called ‚sites'" (Schiffer et al. 1978, 2, 14). Ähnlich argumentieren Stephen Plog et al.: "a discrete and potentially interpretable locus of material. By discrete we mean spatially bounded with those boundaries marked by at least relative changes in artefact densities" (Plog et al. 1978, 389).

Die Definition einer Fundstelle ist also in vielen Fällen nur eine subjektive Abgrenzung zwischen lokaler Dichte und „Hintergrundrauschen" (Schofield 1991b, 117). Dies wäre Schofields Meinung nach nicht weiter problematisch, ist aber in Abhängigkeit von regionaler Gegebenheit und persönlichem Vorurteil kein eindeutiges Kriterium. Was für einen Archäologen eine Fundstelle ist, interpretiert ein anderer als Hintergrundrauschen. Deshalb schlägt Schofield vor, ohne Fundstellen zu arbeiten und die Menge der Artefakte zu standardisieren, etwa durch Flächeneinheit oder als Prozentsatz der Gesamtmenge. Martin Millett (Millett 1991, 23) spricht von ADABS (*abnormal density above background scatter*) und berechnet die Fundstellen anhand einer statistischen Formel, wodurch in extrem keramikarmen Gebieten oder Perioden praktisch jedes Artefakt zur Fundstelle mutiert (Fentress 2000, 48).

Aus diesem Grund betont E. Fentress, dass die Artefaktdichte wohl kaum einziges Kriterium für die Definition von Fundstellen sein kann – wichtig sei es, auch auf qualitative Zusammensetzungen der Funde, etwa auf Knochen, Holzkohle oder Baumaterial (Ziegel, Hüttenlehm, Mörtel) zu achten, wobei auch sie in erster Linie von Siedlungen zu sprechen scheint (Fentress 2000, 48). Auch für Colin Haselgrove stand bereits 1985 fest, dass man Konzentrationen von Funden nicht von sich heraus als Fundstellen bezeichnen sollte:

„… even when it can be established that a concentration represents a genuine departure from background distributional trends, the resultant construct is of very dubious interpretative value. Many factors can generate apparent clustering, often completely unrelated to the past activities which interest us" (Haselgrove 1985, 9).

Dies bemerkt auch Martin Kuna, wenn er betont, dass dieses Konzept von Fundstellen zu einer Verzerrung der Aussage von Oberflächenbegehungen führt: Resultat sei in solchen Fällen eine ungenügende Repräsentation von Aktivitätszonen mit geringem oder untypischem Artefaktniederschlag (Kuna 1998a, 77). Werden Fundstellen allein aus

der Verteilung der Scherbendichte „generiert", muss man mit fehlerhaften Resultaten und tendenziösen Analysen rechnen (vgl. Bintliff 2000b, 206 f.). Zu ähnlichen Schlüssen kommt A.J. Schofield, wenn er betont: „… relative changes in artefact density … as the most appropriate measure of „site" versus „background noise", are insufficient" (Schofield 1991a, 5). Die Scherbendichte kann, wie auch weiter oben beschrieben, unterschiedliche Gründe haben: gute Sichtbarkeit, große und/oder lange Produktion, unterschiedliche Erhaltung etc. (siehe auch: Neustupný 1998c, 48), und ist daher kein Argument für die Abgrenzung einer Fundstelle. Die Frage nach der Definition einer Fundstelle wird projektspezifisch vorgenommen.

Off-Site und Non-Site

Die Problematik der Abgrenzung von Fundstellen, welche bereits früh erkannt worden war (Thomas 1975), führte in Zusammenhang mit großflächigen systematischen Begehungen zur Entwicklung der Off-Site- oder Non-Site-Strategie (Dunnell, Dancey 1983; Dunnell 1988; Bintliff, Snodgrass 1988; Bintliff 2000b), deren Sinnhaftigkeit bis heute zum Teil bestritten wird (z. B. Fentress 2000; Terrenato 2004).

Ausgangspunkt für die Idee des *non-site* oder *siteless surveys* war die Erkenntnis, dass die Interpretation von Fundanhäufungen als Fundstellen kein objektives Kriterium sein kann: "… distinguishing a site and setting its boundaries is an archaeological decision" (Dunnell, Dancey 1983, 271). Nützlicher, da weniger befangen, sei es, nach Meinung von Robert C. Dunnell und William S. Dacey, die materielle Hinterlassenschaft anstelle der Fundstelle als Einheit der Analyse zu nehmen. Diese stellen sie sich als kontinuierlich in unterschiedlicher Häufigkeit über die Landschaft verstreut vor:

"the archaeological record is most usefully conceived as a more or less continuous distribution of artifacts over the land surface with highly variable density characteristics" (Dunnell und Dancey 1983, 272).

Siteless oder *non-site* bedeutet nicht, dass es keine Fundstellen gäbe, sondern drückt eine Kritik am fundstellenbasierten Arbeiten aus. Objekt eines Feldbegehungsprojektes sollte daher das einzelne Artefakt und nicht die Fundstelle sein: Indem bei einer Begehung die einzelnen Funde kartiert (oder in verhältnismäßig kleinen Rastereinheiten zusammengefasst) werden, bekommt man eine Karte ihrer Verteilung. In dieser kann man Cluster definieren und deren funktionale Interpretation aufgrund ihrer Zusammenstellung im Vergleich zum „Hintergrundrauschen" vornehmen (Dunnell, Dancey 1983, 273 f.). Auf diese Weise warden *„acquisition loci"*, *„acquisition loci combining with processing and/or domestic loci"* und *„non-subsistence related loci"* unterschieden (Dunnell, Dancey 1983, 275, Figure 7.2).

Prinzipiell schaffte man es durch Non-Site-Strategien zwar, von die Gleichsetzung zwischen Artefaktkonzentration = Fundstelle = Siedlung zu überwinden, die Frage nach der funktionalen Interpretation war damit aber nicht gelöst. Für die funktionale Interpretation des Hintergrundrauschens und der off-site Funde gibt es bis heute unterschiedliche Meinungen. Die wohl gängigste Interpretation sieht die über eine Landschaft verstreuten Funde als Ergebnis des Düngens. J. Bintliff und A. Snodgrass konnten im Böotien Projekt des Öfteren eine Zone um Siedlungen beobachten, welche eine geringere Funddichte aufweist, aber größer als das Hintergrundrauschen ist (Bintliff, Snodgrass 1988, 507 f.). Nachdem sie unterschiedliche Interpretationsmodelle ausschließen konnten (zufälliges Verlieren, Verlagerung, Aktivitäten mit Verlust der Artefakte bzw. Abfallanhäufung), schien ihnen die Düngung mit tierischen Exkrementen und Hausmüll als sinnvollste Deutung dieses Sachverhaltes.

Susan Alcock et al. negieren die Möglichkeit der Düngung nicht prinzipiell (vor allem in extrem intensiv kultiviertem Areal) betonen jedoch, dass es gefährlich und falsch sei, aufgrund dieser Streuungen auf eine ehemalige Größe vorhandenen Ackerlandes zu schließen:

„The area which received artefacts via manuring is likely to be only a sub-set of the total manured area, and the latter in turn only a sub-set of the exploited arable area; so the evidence of manuring scatters cannot stand as a direct measurement of the areas cultivated at different times" (Alcock et al. 1994, 166).

Außerdem bestehe die Gefahr einer Überinterpretation: Wenn die Annahme der Düngung richtig ist, so muss man konsequenterweise auch damit rechnen, dass mit dem Hausmüll auch ältere Artefakte auf die Felder gelangen konnten, deren Verbreitung in der Folge ähnliche Muster ergeben müsste. Diese seien somit lagemäßig transformiert, hätten ihrerseits jedoch nichts mit Düngung zu tun, könnten jedoch fälschlicherweise dahingehend interpretiert werden (Alcock et al. 1994, 167).

E. Fentress bemerkt zudem, dass es in Italien Befunde gäbe, nach denen es zum Beispiel in der römischen Villa von Settefinestre in der Nähe der Gärten eigene Düngegruben gab, in denen sich keine Scherben befanden (Fentress 2000, 46). Als andere Möglichkeiten der Interpretation werden Verlust, Kaputtgehen während der Benutzung außerhalb der Ansiedlung, Artefakte von temporären Gebäuden (etwa Ställe, Werkzeugschuppen), Geräteerzeugung, Speicherung, Rituale oder Abfallbeseitigung (Müllplätze) erwähnt (Fentress 2000, 47; Bintliff, Snodgrass 1988, 507 f.). Nur

eine funktionale und qualitative Analyse der Funde (z. B. das Verhältnis Ziegel zu Keramik) ließe eine Ansprache von Aktivitätszonen zu und könnte somit helfen Off-Site-Funde zu erklären (Fentress 2000, 47).

Funktionale Analyse

Sobald Fundstellen aufgrund von Fundkonzentrationen erkannt wurden, stellt sich die Frage nach der Deutung ihrer Funktion ein. Prinzipiell liefern die Zusammensetzung einer Fundkonzentration in Bezug auf deren funktionale Kategorien und auf deren qualitative Eigenschaften (grobe / feine Ware) sowie Bearbeitungs- und Gebrauchsspuren auf den Funden selbst wichtige Indizien für eine Funktionszuweisung (Haselgrove et al. 1985, 17). In manchen Fällen kann eine Zuweisung aufgrund bestimmter Funde (z. B. Schlacke, verbrannte Menschenknochen) verhältnismäßig unproblematisch erfolgen. Sofern diese jedoch nicht gefunden wurden, kann man versuchen, mittels anderer Methoden zu begründeten Annahmen zu kommen (Orton 2000, 44 ff.): Eine Möglichkeit ist ein Vergleich der Fundzusammensetzung von unterschiedlichen Fundkonzentrationen um mit statistischen Methoden eine Klassifizierung zu erhalten, die im Idealfall funktional interpretiert werden kann. Allerdings kann das aufgesammelte Material maximal als repräsentative Stichprobe dessen gesehen werden, was sich im Pflughorizont erhalten hat.

Entgegen früherer optimistischer Annahmen zeichnet sich daher in der wissenschaftlichen Diskussion immer häufiger ab, dass ein quantitativer Vergleich von unterschiedlichen Begehungen offenbar nicht möglich ist. Selbst der Vergleich zwischen Fundkonzentrationen innerhalb ein und desselben Feldbegehungsprojektes ist nicht immer einfach (Given 2004, 19; Bintliff 2000b, 213). Zumindest wenn die äußeren Gegebenheiten des Gebietes vergleichbar sind, lässt sich die Zusammensetzung der Fundkonzentrationen untereinander statistisch vergleichen:

„Although the sampling rates for different assemblages may differ, and the rates for different categories within them may differ, we might be prepared to assume that the relative rates between categories within assemblages remain more-or-less the same (we would have to check that there were no gross differences in circumstances …)" (Orton 2000, 66).

So wurde zum Beispiel im Ager Tarraconensis-Survey die Quantität unterschiedlicher Keramiktypen auf jeder Fundstelle über die im gesamten begangenen Bereich aufgesammelten Scherben dieses Typs standardisiert (Millett 2000, 57).

Die tschechische Archäologie versucht, ihre komplex gesampelten, systematischen Begehungsprojekte unter Verwendung der Hauptkomponentenanalyse (*principal component analysis*) mit Varimax Rotation zu interpretieren (Dreslerová 1998; Neustupný, Venclová 1998). Martin Kuna konnte damit zum Beispiel statistisch belegen, dass es in diesem Raum einen signifikanten räumlichen Bezug zwischen allen Kulturen der Bronzezeit und allen Perioden der Eisenzeit gibt. Er sieht dies als Argument für eine Kontinuität von Siedlungsbereichen und damit eine Bestätigung des Konzepts der Gemeinschaftsräume (Kuna 1998b, 111).

Die Analyse eines Begehungsprojektes in der Loděnice Region zeigte, dass mithilfe der Hauptkomponentenanalyse anhand qualitativer Variablen (v. a. Schlacke, und Sapropelit) auch eine funktionale Differenzierung des Gebietes in Wohnbereiche, Gewinnung und Verarbeitung von Sapropelit sowie Eisenproduktion möglich ist (Neustupný, Venclová 1998, 99).

10.2.3 Fazit

Bis heute stützen sich vor allem im deutschsprachigen Raum die meisten Arbeiten aus Siedlungs- und Landschaftsarchäologie auf Quellen, welche in mehr oder weniger systematischen Feldbegehungen entdeckt wurden. Obwohl die Feldbegehung als älteste Prospektionsmethode in praktisch allen Teilen der Welt bereits eine lange Tradition hat und die prinzipiellen Techniken des Surveys heute bereits etabliert sind, gibt es überraschender Weise zahlreiche Missverständnisse und falsche Vorstellungen über Möglichkeiten und Aussagekraft der Ergebnisse. Zudem werden oft zahlreiche Problemkreise, die für eine erfolgreiche Anwendung wichtig sind, ignoriert (vgl. Banning 2002, 10).

Entgegen der häufig vorgebrachten Meinung sind auch die im Pflughorizont und an der Oberfläche liegenden Funde stratifiziert. Die Diskussionen um die Abgrenzung von Fundstellen und die Site-/Off-Site-Frage gehen am eigentlichen Problem vorbei: Jeder Fund ist, wie weiter oben diskutiert (vgl. S. 124), zumindest in eine minimale Stratifikation eingebettet und hat deshalb eine Bedeutung. Vereinzelte Funde können nicht statistisch wegdiskutiert werden. Ihr Vorhandensein muss erklärt werden. Dies ist jedoch in den meisten Fällen anhand von Begehungsdaten allein nicht möglich. Dazu bedarf es weiterer Untersuchungen, zum Beispiel durch zusätzliche Prospektionsmethoden. Es verwundert, dass dieser Umstand kaum Erwähnung findet.

Trotz aller Kritik sei zum Abschluss festgestellt, dass Feldbegehungen eine wichtige Funktion im Rahmen von Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie haben. Nur durch sie lassen sich archäologische Hinterlassenschaften datieren. Dies haben nicht zuletzt die großflächigen und systematischen Surveys im Böotien-Projekt deutlich aufgezeigt (zuletzt Bintliff et al. 2010). Dennoch wirft eine

Feldbegehung für sich allein gesehen mehr methodische Fragen auf, als sie lösen kann. Es bedarf daher einer Ergänzung durch andere Untersuchungsmethoden (siehe auch Gaffney 2000, 41).

10.3 Methoden der Fernerkundung in der archäologischen Prospektion

Eine zweite Gruppe von archäologischen Prospektionsmethoden kann unter dem Überbegriff „Fernerkundung" (*Remote Sensing*) zusammengefasst werden. Auch wenn manche darunter subsumierten Techniken bereits älter sind, so entstand der Begriff „Fernerkundung" erst in den 1960er Jahren im Zusammenhang mit der Luftbildinterpretation, der Entwicklung neuer Technologien der Datenerfassung (Scanner, Radar-Systeme) sowie der Raumfahrt (Albertz 2007, 6), und ist somit verhältnismäßig jung.

Die Techniken der Fernerkundung erlauben es, Information über Art und Eigenschaft von entfernten Objekten durch indirekte Beobachtung berührungsfrei zu erhalten (Kraus und Schneider 1988, 7). In der archäologischen Prospektion kommen heute einige Methoden zum Einsatz, welche sich der Prinzipien der Fernerkundung bedienen. Die wohl älteste dieser Techniken ist die Luftbildarchäologie, deren Anfänge ans Ende des 19. Jahrhunderts zurückreichen (Piccarreta 2003, 68). In der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts häuften sich multispektrale Aufnahme- und Auswertetechniken sowie satellitenbildgestützte Anwendungen in der Archäologie (zuletzt: De Laet, Lambers 2009; Parcak 2009; Campana, Forte 2001; Beck et al. 2007, die Vorträge in Session 1 in Campana, Forte 2006 oder die Artikel in Sektion I aus Wiseman, El-Baz 2007; Donoghue 2001). Flugzeuggetragenes oder satellitengestütztes Radar (Holcomb, Shingiray 2007; Comer, Blom 2007; Evans, Farr 2007) und die thermale Prospektion (z. B.: Bellerby et al. 1990; Tabbagh 1979; Scollar et al. 1990, 591– 635) werden noch nicht in diesem Ausmaß angewandt. Das hyperspektrale Scanning steckt noch in den archäologischen Anfängen. Es hat gegenüber multispektralen Verfahren den Vorteil, dass die Scanner eine hohe spektrale Auflösung besitzen. Sie können die elektromagnetische Strahlung des sichtbaren Lichtes bis zum kurzwelligen Infrarot (0,4 bis 2,5 Mikrometer Wellenlänge) in einer großen Anzahl von Bändern aufzeichnen. Dadurch ergeben sich völlig neue Möglichkeiten der Analyse, in welcher gezielt jene Wellenlängen verwendet werden können, die den größten Kontrast zwischen ungestörtem Boden und archäologischen Strukturen zeigen. Archäologische Anwendungen finden sich bislang vor allem in Italien, Großbritannien und China. In den meisten Fällen werden CASI (Challis et al. 2009; Barnes 2003; Rowlands, Sarris 2007; Aqdus et al. 2008) und MIVIS (Ardissone et al. 2003; Emmolo et al. 2004; Cavalli et al. 2007; Kelong et al. 2008), oder eine Kombination aus MIVIS und AISA Scannern verwendet (Coren et al. 2005; Pietrapertosa et al. 2008). Bei der Analyse kommen vor allem die Hauptkomponentenanalyse und verschiedene Vegetations-Indizes zum Einsatz. Auch wenn dieser neuen Methode großes Potenzial zugebilligt wird, so ist die geringe geometrische Auflösung von zumeist 2 bis 4 Metern das momentan größte Manko, welches den archäologischen Wert der Resultate stark einschränkt. Nur vereinzelte Anwendungen konnten mit Auflösungen unter einem Meter aufwarten (z. B. Coren et al. 2005; Aqdus et al. 2008).

Eine der neuesten Methoden mit großem Potenzial für die Auffindung im Geländerelief noch erhaltener Fundstellen unter dichter Vegetation ist das flugzeuggetragene Laser-Scanning (*airborne laser scanning* – ALS; z. B. Session 4 in Campana, Forte 2006), welches weiter unten detailliert beschrieben wird. Die geophysikalischen Prospektionsmethoden gehören nicht zur Fernerkundung. Dennoch werden geophysikalische Methoden der archäologischen Prospektion des Öfteren unter der Bezeichnung (*ground-based*) Remote Sensing genannt (vgl. die Überschrift von Session 4 in Campana, Forte 2006).

Nach einigen grundlegenden Konzepten der Fernerkundung sollen im Rahmen dieser Arbeit vor allem Luftbildarchäologie und das flugzeuggetragene Laser-Scanning näher beschrieben und behandelt werden. Die anderen Methoden kommen im mitteleuropäischen Raum bislang kaum zum Einsatz und würden aufgrund der schieren Fülle an Literatur den Rahmen dieser Arbeit sprengen.

Für das Verständnis einiger Konzepte der Luftbildarchäologie und des flugzeuggetragenen Laser-Scannings sind einige physikalische Grundlagen der Fernerkundung von Bedeutung. Sie sollen im Folgenden kurz angesprochen werden.

10.3.1 Grundlagen der Fernerkundung

Um aus der Distanz indirekte Beobachtungen zu Art und Eigenschaften eines Objektes machen zu können, bedient sich die Fernerkundung einiger Gesetzmäßigkeiten der elektromagnetischen Strahlung. Durch die Interaktion mit dem zu untersuchenden Objekt wird die Strahlung nämlich charakteristisch beeinflusst – durch Messung mit geeigneten Sensoren und Interpretation der Daten lassen sich somit Aussagen über die beobachteten Objekte machen (Albertz 2007, 1).

10.3.1.1 Die elektromagnetische Strahlung

Der in der Fernerkundung genutzte Informationsträger ist, wie bereits erwähnt, die elektromagnetische Strahlung.

Diese stellt eine der Möglichkeiten dar, wie sich Energie ausbreitet: in Form einer Verkettung elektrischer und magnetischer Felder, welche sich mit Lichtgeschwindigkeit fortpflanzen (Albertz 2007, 10; Kraus, Schneider 1988, 12 f.). Die Ausbreitung zeigt Charakteristika einer sinusförmigen Welle, welche durch die Wellenlänge (λ) beziehungsweise die Frequenz (ν) charakterisiert wird. Wellenlänge und Frequenz einer sich im Vakuum ausbreitenden Welle stehen mit der Lichtgeschwindigkeit (c = 299.792.458 Meter pro Sekunde) in folgender Beziehung:

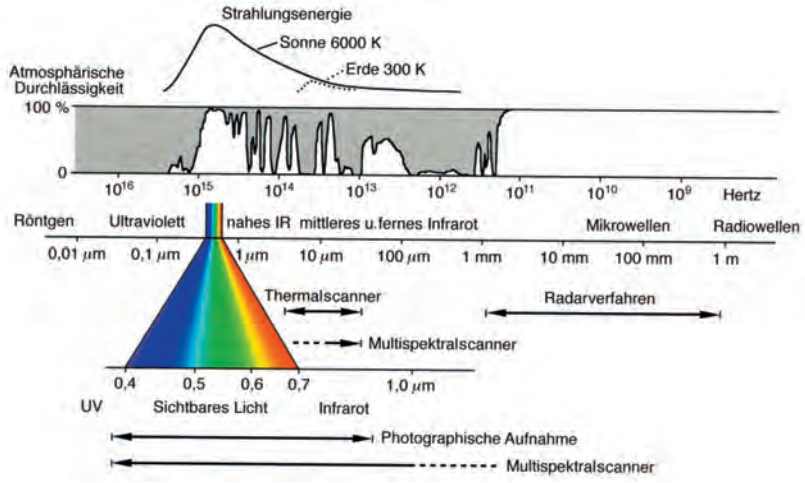


Abb. 40: Elektromagnetisches Spektrum (aus Albertz 2007, 11).

$$c = \nu \cdot \lambda$$

Diese Gleichung besagt, dass nachdem die Lichtgeschwindigkeit konstant ist, die Wellenlängen direkt proportional zur Frequenz sind. Das bedeutet, je höher die Frequenz, desto kürzer die Wellenlänge einer elektromagnetischen Strahlung. Jede Materie, welche eine Temperatur über dem absoluten Nullpunkt besitzt (-273,15° Celsius oder 0° Kelvin), strahlt Energie in Form von elektromagnetischen Wellen ab, sie emittiert elektromagnetische Strahlung. Durch das Plancksche Strahlungsgesetz gilt vereinfacht gesagt, dass mit steigender Temperatur auch die Frequenz der elektromagnetischen Welle steigt. Somit wird auch die Wellenlänge entsprechend kürzer (dies ist eine stark vereinfachte Darstellung – vgl. Lillesand, Kiefer 2000, 6 ff.; Kraus, Schneider 1988, 52 ff.; Albertz 2007, 12 f.).

Ein Körper mit einer bestimmten Oberflächentemperatur emittiert also ein gewisses Spektrum an Energie mit unterschiedlichen Frequenzen/Wellenlängen. Der Frequenzbereich, in welchem die Emission maximal ist, hängt von der Oberflächentemperatur ab. Die Sonne emittiert aufgrund ihrer Oberflächentemperatur von ca. 6000 K die meiste Energie im Wellenlängenbereich des sichtbaren Lichts (500 nm oder 0.5 µm). Die Erdoberfläche besitzt ein Emissionsmaximum im Bereich bei etwas unter 10 µm (also im fernen oder thermalen Infrarot, vgl. weiter unten). Deshalb liegt für die Fernerkundung im sichtbaren Bereich des Lichtes und im nahen Infrarot ausschließlich das reflektierte Sonnenlicht, bei Beobachtungen im fernen (thermalen) Infrarot nur die Eigenstrahlung der Erdoberfläche bzw. der betrachteten Objekte vor (Albertz 2007, 13).

Für die archäologische Prospektion ist dies insofern von Belang, als aufgrund von Messungen der elektromagnetischen Strahlung Temperaturen und Temperaturunterschiede von Materialien bestimmt werden können. Dies ist eine der Grundlagen thermaler Prospektion. Zudem ist der Umstand von Bedeutung, dass die elektromagnetische Strahlung je nach Energie ein breites Spektrum an unterschiedlichen Wellenlängen besitzt, wobei – vereinfacht gesagt – jede Wellenlänge unterschiedliche Eigenschaften trägt, welche in der Fernerkundung genutzt werden können.

10.3.1.2 Das elektromagnetische Spektrum

Die gesamte Bandbreite an Wellenlängen nennt man „elektromagnetisches Spektrum". Auf Abb. 40 ist dieses als Diagramm im Bereich der Wellenlängen von einem Picometer bis zu einem Kilometer dargestellt. Aufgrund von Entstehung und Eigenschaft elektromagnetischer Strahlung unterteilt man das Spektrum in eine Reihe von Wellenlängenbereichen, wobei die Grenzen zwischen den einzelnen Abschnitten fließend sind.

Auf der Erde stammt der überwiegende Teil der natürlichen elektromagnetischen Strahlung von der Sonne. Die Erdatmosphäre kann jedoch aufgrund ihrer Zusammensetzung nicht vom gesamten Strahlungsspektrum aller Wellenlängen durchdrungen werden. Nur bestimmte Teilbereiche mit jeweils eingeschränkter Bandbreite von Wellenlängen können durch die sogenannten „atmosphärischen Fenster" bis zur Erdoberfläche vordringen. Dies bedeutet, dass man in der Fernerkundung – abgesehen vom thermalen Infrarot, welches von Objekten auf der Erdoberfläche selbst stammt – nur mit solchen natürlichen Wellenlängen arbeiten kann, für welche die Atmosphäre durchsichtig ist. Die atmosphärischen Fenster sind im Diagramm ebenfalls eingezeichnet.

Die extrem kurzwellige Gamma- und Röntgenstrahlung findet in der archäologischen Prospektion keine Verwendung. Die Ultraviolettstrahlung ist langwelliger als die

Gammastrahlung. Der kurzwellige Bereich des ultravioletten Lichtes wird von der Erdatmosphäre absorbiert. Verantwortlich dafür ist das Ozon. Würde es bis zum Erdboden vordringen, so wäre das für die Organismen schädlich. Man unterscheidet zwischen UV-C, UV-B und UV-A Strahlung. Zwischen etwa 250 nm und 400 nm (UV-B/UV-A) Wellenlänge befindet sich der „biologisch wirksame" Teil des ultravioletten Lichtes, der zum Teil bis auf die Erdoberfläche dringen kann und deshalb durch Sonnenschutzmittel bzw. Sonnenbrillen gefiltert wird (Kraus, Schneider 1988, 16). In der Archäologie wird die UV-Strahlung vor allem im Rahmen von Artefaktanalysen genutzt, könnte jedoch auch in der archäologischen Prospektion von Interesse sein (Verhoeven, Schmitt 2010, 840 f.).

Vom langwelligen Teil des ultravioletten Lichtes geht das elektromagnetische Spektrum in das sichtbare Licht über (vgl. auch weiter unten). Dieses nur sehr schmale Band (zwischen 400 und 700 nm Wellenlänge) des Spektrums ist der einzige Wellenlängenbereich, welchen der Mensch direkt erfassen und wahrnehmen kann. Es wird dabei vom kurz- zum langwelligen Bereich als violett – blau – grün – gelb – rot empfunden. Die Atmosphäre ist für das sichtbare Licht praktisch durchsichtig.

Die Infrarot-Strahlung befindet sich im Anschluss an das sichtbare Licht mit Wellenlängen von 700 nm bis zu 1 mm. In diesem Bereich finden sich mehrere, kleine atmosphärische Fenster, durch welche diese Strahlung an der Erdoberfläche wirksam wird. Man unterscheidet nahes (700 nm – 1.3 µm), kurzwelliges (1.3 – 2.5 µm), mittleres (2.5–7 µm) und fernes oder thermales Infrarot (7 – 15 µm) (Joseph 2005, 26), wobei die Grenzen von Autor zu Autor variieren. Das nahe Infrarot spielt eine wichtige Rolle in der Luftbildarchäologie, da seine Messung Aussagen zur Vitalität von Pflanzen zulässt und deshalb in der Lage ist, Bewuchsmerkmale deutlich zu visualisieren. Das ferne Infrarot wird in der thermalen Prospektion verwendet, da die vom Boden emittierten Wärmestrahlen in diesem Wellenlängenbereich ihr Maximum haben.

Für die Mikrowellen (1 mm – 1 m) ist die Atmosphäre weitgehend durchsichtig. Selbst Wolken können sie nicht aufhalten, weshalb dieser Wellenlängenbereich vor allem zur Luftraumüberwachung Verwendung findet. Für die Gewinnung hochauflösender Bilder wird RADAR-Technologie eingesetzt (*Radio Detection and Ranging*). Es handelt sich dabei um ein aktives Verfahren, bei dem Mikrowellen von einer Antenne ausgesandt und deren Echos gemessen werden. In der Archäologie dient flugzeug- oder satellitengetragenes Radar in erster Linie zu topografischen Analysen (Evans, Farr 2007), Erkundung von paläohydrologischen Gegebenheiten (Adams 1980) und der Suche nach archäologischen Fundstellen (Comer, Blom 2007), die auch unter Sandbedeckung im Radarbild sichtbar werden können (Holcomb, Shingiray 2007, 21 f.).

Die Mikrowellen werden auch in der geophysikalischen Prospektion in Verbindung mit dem Bodenradar benutzt. Dabei kommen üblicherweise Frequenzen zwischen 100 und 1.000 Megahertz zum Einsatz. Dabei gilt das oben erwähnte Prinzip: je höher die Frequenz, desto kleiner die Wellenlänge und damit die geometrische Auflösung der resultierenden Daten. Allerdings ist im hochfrequenten Bereich auch die Eindringtiefe kleiner, weshalb man je nach Fragestellung und archäologischer Struktur einen Kompromiss zwischen Auflösung und Eindringtiefe finden muss.

Am langwelligen Ende des elektromagnetischen Spektrums befinden sich die sogenannten Radiowellen (Kraus, Schneider 1988, 18).

10.3.1.3 Interaktion von elektromagnetischer Strahlung mit einem Objekt

Die Beschaffenheit eines Materials (z. B. gasförmig, flüssig oder fest) und der Oberfläche eines Objektes (z. B. glatt oder rau) haben einen Einfluss auf die Ausbreitung elektromagnetischer Wellen. Trifft elektromagnetische Strahlung auf ein Objekt, so kann sie entweder reflektiert, absorbiert oder transmittiert werden.

Bei der Reflexion wird die elektromagnetische Welle wieder zurückgeworfen. Je nach der Rauheit der Oberfläche kann diese Reflexion gerichtet oder diffus sein. Glatte Oberflächen bewirken eine gerichtete Reflexion, d. h. ein Lichtstrahl wird, bezogen auf die gedachte, im Punkt der Reflexion senkrecht zur Oberfläche stehende Linie, unter demselben Winkel reflektiert, unter welchem er eingetroffen ist (Albertz 2007, 18). In Bezug auf die unterschiedlichen Wellenlängen elektromagnetischer Strahlung ist „glatt" ein relativer Begriff. Die Glattheit einer Oberfläche definiert sich somit in Bezug auf die Wellenlänge: Während eine Schotterfläche für sichtbares Licht rau ist, erscheint sie für größere Wellenlängen (etwa Mikrowellen) glatt (Kraus, Schneider 1988, 37 f.). Auf rauen Oberflächen wird Licht diffus, d. h. unabhängig vom Eintrittswinkel in unterschiedliche Richtungen reflektiert. Die Art der Reflexion lässt daher im Allgemeinen Rückschlüsse auf Materialeigenschaften und Beschaffenheit der Oberfläche eines Objektes zu.

Bei der Transmission bewegt sich Licht innerhalb der Materie fort. Es kommt zu einer wechselseitigen Beeinflussung, wodurch sich die Geschwindigkeit und Ausbreitungsrichtung der elektromagnetischen Welle in Abhängigkeit ihrer Frequenz ändern kann (Refraktion). Bei der Absorption kommt es je nach Material und Wellenlänge nach einer bestimmten Eindringtiefe zu einer Umwandlung

der elektromagnetischen Strahlung in Wärme (Kraus, Schneider 1988, 30 f.). Wie die Reflexion sind auch Transmission und Absorption abhängig von der Wellenlänge der Strahlung (Kraus, Schneider 1988, 30).

10.3.1.4 Das sichtbare Licht – Farben und Filter

Die soeben beschriebene Interaktion von elektromagnetischer Strahlung mit einem Objekt hat konkrete Auswirkungen auf unser tägliches Leben, und zwar beim Sehen von Farbe. Wie beim elektromagnetischen Spektrum beschrieben, umfasst das sichtbare Licht in etwa den Wellenlängenbereich zwischen 400 und 700 Nanometern. Teilt man diesen Bereich in drei gleich große Bandbreiten auf, so erhält man die drei additiven Grundfarben Blau, Grün und Rot. Wenn ein Mensch also die Farbe Blau wahrnimmt, dann treffen – sofern keine Farbenblindheit oder Farbenfehlsichtigkeit besteht – Lichtwellen von 400 bis 500 nm Wellenlänge in einem gleichen Verhältnis auf die Netzhaut des Auges (Grün: 500–600 nm; Rot: 600–700 nm).

Additiv heißen diese Farben deshalb, weil man durch Addierung der drei Spektralbereiche weißes Licht (gleiche Anteile aller Wellenlängen von 400 bis 700 nm) erhält. Durch Zusammenfügen von jeweils zwei additiven Grundfarben erhält man eine subtraktive Grundfarbe (Cyan, Gelb oder Magenta). Deren Bezeichnung lässt sich auf den Umstand zurückführen, dass man eine der additiven Grundfarben erhält, wenn man eine subtraktive Grundfarbe von weißem Licht ausschließt, subtrahiert (Kraus 2004, 80 f.). Man kann dies auch als Gleichung darstellen (Abb. 41):

Cyan = Blau + Grün = Weiß – Rot
Gelb = Grün + Rot = Weiß – Blau
Magenta = Rot + Blau = Weiß – Grün

Die Farbe eines Objektes ist eigentlich keine physikalische Eigenschaft, sondern eine subjektive Wahrnehmung. Die unterschiedlichen Farben entstehen aufgrund des Umstandes, dass es je nach Oberfläche und Material eines Objektes zu einer unterschiedlichen Absorption und Reflexion der einzelnen Wellenlängen des sichtbaren Lichtes kommt. Dadurch werden verschiedene Wellen vom weißen Licht der Sonne subtrahiert und im Falle der Abbildung auf der Netzhaut eines Menschen von diesem als bestimmte Farbe wahrgenommen. Die Farbe eines Objektes kann sich je nach Lichtquelle ändern (Albertz 2007, 109). Künstliche Lichtquellen wie eine Glühbirne emittieren häufig kein weißes Licht. Dadurch kommt es zu einem veränderten Mischungsverhältnis der reflektierten Wellenlängen des sichtbaren Lichtes (zum Beispiel fehlen bei Beleuchtung durch Glühbirnen häufig blaue, kurzwellige Anteile) und dadurch zu einem veränderten Farbeindruck. Die Subtraktionen bestimmter Wellenlängen werden im Rahmen der Fernerkundung durch optische Filter ermöglicht (z. B. UV-Sperrfilter, Gelbfilter) (Kraus 2004, 82).

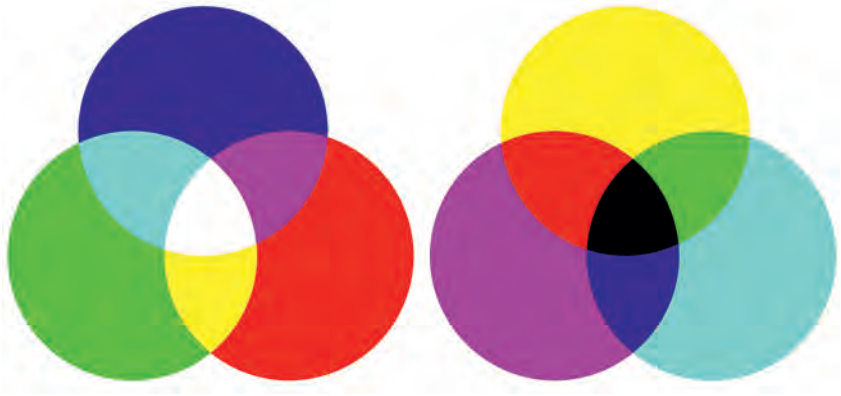


Abb. 41: Additiver (links) und subtraktiver (rechts) Farbkreis (Grafik: Michael Doneus).

10.3.1.5 Der spektrale Reflexionsgrad

Trifft elektromagnetische Strahlung auf ein Objekt, etwa eine vitale Getreidepflanze, so wird eine bestimmte Bandbreite an Strahlung unterschiedlicher Wellenlängen reflektiert, eine weitere absorbiert und der Rest transmittiert. Im Bereich des sichtbaren Lichtes kommt es dabei zu einer verstärkten Reflexion im Bereich jener Wellenlängen, die der Mensch als „grün“ empfindet. Blaues und rotes Licht werden hingegen vor allem von Chlorophyll absorbiert. Aus diesem Grund erscheint eine gesunde, sich im Wachstum befindende Getreidepflanze grün.

Beleuchtet man nun ein bestimmtes Objekt, etwa die Getreidepflanze abwechselnd mit Licht bestimmter Wellenlängen und misst dabei jeweils den prozentualen Anteil der reflektierten Strahlung, so erhält man den sogenannten „spektralen Reflexionsgrad (ρ)“ dieses Objektes, welcher in einer Reflexionskurve (Abb. 42) veranschaulicht werden kann (Albertz 2007, 18 f.; Lillesand, Kiefer 2000, 14 ff.). In Abhängigkeit von verwendeten Methoden und Parametern kommt es zu unterschiedlichen Kurvendarstellungen, dennoch lassen sich für ein bestimmtes Objekt Charakteristika herausarbeiten (Albertz 2007, 18). Der spektrale Reflexionsgrad ist von großer Bedeutung für die Fernerkundung, was anhand der grünen, vitalen Getreidepflanze näher erläutert werden soll (vgl. Kraus, Schneider 1988, 48 ff.).

Wie bereits oben erwähnt, absorbiert die Pflanze aufgrund seiner Pigmente (v. a. Chlorophyll) im sichtbaren Licht vor allem die als blau und rot empfundenen Wellenlängen.

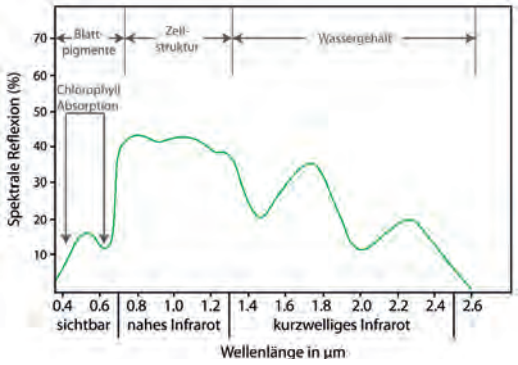


Abb. 42: Der spektrale Reflexionsgrad einer Pflanze (nach KAPPAS 1994, 63).

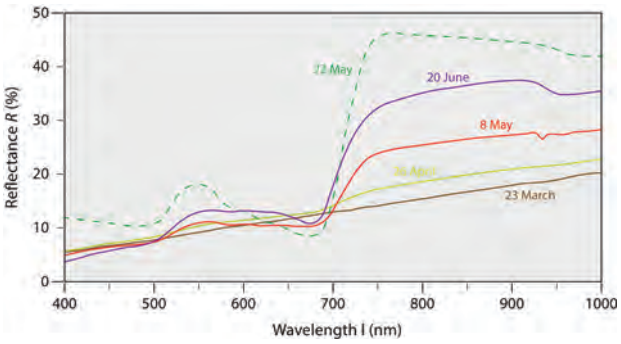


Abb. 43: Spektraler Reflexionsgrad einer Getreidepflanze zwischen 23. März und 20. Juni. Daten erhoben mit dem Spektrometer GER 1500 (© Geert Verhoeven).

Wie auf Abb. 42 dargestellt, ist die Reflexion im gesamten Bereich des sichtbaren Lichtes jedoch sehr gering und liegt selbst im Fall der „grünen" Wellenlängen unter 15 Prozent. Im Bereich des nahen Infrarots kommt es zu keiner Absorption durch die Pigmente. Die Strahlung wird transmittiert und im Inneren der Pflanze an den Zellwänden gestreut und reflektiert. Somit liegt im nahen Infrarot, zwischen 0.7 µm und 1.3 µm, der reflektierte Anteil der Strahlen bei fast 50–60 Prozent und ist somit um ein Vielfaches höher als beim sichtbaren Licht. Dies bedeutet, dass eine aktive Getreidepflanze – und aktive Vegetation im Allgemeinen – eigentlich infrarot sein würde, wenn wir mit unseren Augen diese Wellenlängen erfassen (sehen) könnten. Unterschiedliche Wellenlängen des mittleren Infrarots werden durch Wasser bzw. Feuchtigkeit absorbiert. Ist die Pflanze aufgrund von Krankheit, Trockenheit, Reifung oder Verwelkung geschädigt, nimmt die Rückstrahlung im Bereich des sichtbaren Lichtes zu (vor allem im gelben Wellenlängenbereich), während sie im nahen Infrarot eine verringerte Reflexion aufweist (Abb. 43) (LILLESAND, KIEFER 2000, 17 ff.).

Ein gepflügtes Feld zeigt je nach Bodenart, Bodentyp und Bodenfeuchte unterschiedliche Reflexionskurven. Generell kann man bereits im sichtbaren Licht Unterschiede erkennen. Diese ergeben sich vor allem aufgrund von Struktur (je kleiner die festen Bestandteile und je glatter die Oberfläche (gepflügt – geeggt – gewalzt), desto stärker ist die Reflexion), chemischen Komponenten (Eisenoxid absorbiert zum Beispiel grünes Licht), organischen Bestandteilen (je mehr, desto schwächer ist das Reflexionsvermögen) sowie Wassergehalt. Je mehr Bodenwasser vorhanden ist, desto geringere Anteile des sichtbaren Lichtes werden reflektiert. Zudem kommt es im mittleren Infrarot (bei Wellenlängen von 1,4 µm, 1,9 µm sowie 2,7 µm) zur Absorption durch Wasser (KRAUS, SCHNEIDER 1988, 50).

All dies hat Implikationen für die Luftbildarchäologie: Während man im sichtbaren Bereich vitale von einer im Anfangsstadium einer Schädigung befindlichen Vegetation (z. B. Getreide) noch kaum unterscheiden kann, zeigt sich dies im nahen Infrarot durch die stärkere Rückstreuung deutlicher (siehe z. B. Abb. 85). Bei stark geschädigter Vegetation sind die Unterschiede im nahen Infrarot sehr deutlich zu sehen. Dadurch kann man davon ausgehen, dass sich Bewuchsmerkmale unter Umständen deutlicher erkennen lassen, wenn sie mit einem Sensor erfasst werden, welcher den Bereich des nahen Infrarots erfassen kann (eine detaillierte Diskussion findet sich bei VERHOEVEN 2011). Ähnliches gilt für Unterschiede der Bodenfeuchte. Auch diese lassen sich im nahen Infrarot deutlicher erkennen (LILLESAND, KIEFER 2000, 19), was sich bei der Auffindung von Boden- bzw. Feuchtigkeitsmerkmalen als hilfreich erweisen kann. Ein weiterer Effekt ergibt sich beim Vergleich von Reflexionskurven verschiedener Pflanzenarten. Während sie im Bereich des sichtbaren Lichtes kaum Unterschiede im Reflexionsverhalten aufweisen, zeigen sie im Bereich des nahen Infrarots mitunter deutlich höhere oder niedrigere Reflexionsanteile. Dadurch kann man – sofern man entsprechende Interpretationsschlüssel zur Hand hat – unter Berücksichtigung der Textur individuelle Pflanzenarten (z. B. Bäume) voneinander unterscheiden (LILLESAND, KIEFER 2000, 15).

10.3.1.6 Der Weg des Lichts von der Sonne zum Sensor

Die von der Sonne emittierten elektromagnetischen Wellen unterschiedlichster Bandbreite (jedoch mit einem Maximum im Bereich des sichtbaren Lichtes) werden, wenn sie sich in Richtung Erde bewegen, zunächst von den oberen Schichten der Atmosphäre zum Teil reflektiert. Der restliche Anteil unterliegt auf dem Weg durch die Atmosphäre unterschiedlichen Prozessen, nämlich der Refraktion, der Reflexion (meist gestreut) sowie der Absorption (KRAUS 1990b, 52).

Neben den Gasen besteht der untere Bereich der Atmosphäre (vgl. S. 48 f.) zu einem variablen Anteil aus Wassertröpfchen und Aerosolen (schwebende Partikel, meist

Staub, Rauch, Mikroorganismen). Die Wassertröpfchen werden durch Verdunstung von der Erdoberfläche aus zugeführt und sind nicht gleichmäßig verteilt. Vor allem Wasserdampf, Kohlendioxid und Ozon sorgen dafür, dass bestimmte Wellenlängen absorbiert werden (z. B. wird in der Ozonschicht aber auch durch Stickstoff und Sauerstoff ultraviolettes Licht zerstört) (Albertz 2007, 14). Sichtbares Licht, Teile des nahen, mittleren und fernen Infrarots sowie die Mikrowellen transmittieren prinzipiell durch die Atmosphäre, werden aber zum Teil von dort schwebenden Teilchen (Aerosol: Wassertropfen bzw. Eiskristalle, Dunst, Verunreinigungen) gestreut.

Das sichtbare Licht, für welches die Atmosphäre durchlässig ist, wird an sehr kleinen Teilchen in der Luft vor allem im kurzweiligen, blauen Bereich gestreut (*Rayleighstreuung*) (Lillesand, Kiefer 2000, 10). Dies bedeutet, dass der blaue Lichtanteil nicht nur auf geradem, direkten Weg von der Sonne zu uns gelangt, sondern indirekt, als sogenannte Streustrahlung auf uns wirkt. Dies hat zwei, in unserem täglichen Leben nur allzu bekannte Konsequenzen: der blaue Himmel und die gelbe Sonne. Ohne Atmosphäre gäbe es keinen aufgehellten Himmel – dieser wäre schwarz mit einer sich scharf abzeichnenden, weißen Sonne (Albertz 2007, 15).

An etwas größeren Wassertröpfchen kommt es zur sogenannten *Mie-Streuung* (Lillesand, Kiefer 2000, 10). Hier wird auch das langwelligere sichtbare Licht diffus reflektiert. Dadurch kommt es zum Beispiel zur Orange- bis Rotfärbung der Sonnenscheibe beim Sonnenauf- oder Untergang. Dies hat zur Folge, dass bei hoher Luftfeuchtigkeit ein großer Anteil des sichtbaren Lichtes gestreut wird, wodurch wir die Wassertröpfchen als hellen, weißen bis bläulichen Dunst und im Extremfall als undurchsichtigen Nebel wahrnehmen. Das vermindert nicht nur die mögliche Sichtweite; da die diffus reflektierte Streustrahlung aus allen Richtungen auf die Erdoberfläche auftrifft, dringt sie auch in die durch das gerichtete Licht nicht beleuchteten Schattenbereiche ein. Dadurch werden Schattenkontraste vermindert, die Schatten sind nicht mehr deutlich zu erkennen. Die sichtbare Wirkung des Dunstes ist abhängig von der Blickrichtung: Steht einem die Sonne gegenüber, so entfaltet der Dunst seine stärkste Wirkung und vermindert Schatten- und Farbkontraste. Hat man die Sonne hinter seinem Rücken, so ist die Wirkung des Dunstes nicht so stark – die Kontraste sind besser zu erkennen und auch die Farben erscheinen stärker gesättigt.

Die schließlich auf die Erdoberfläche eintreffende Globalstrahlung setzt sich aus der gerichteten (auf direktem Weg, vom Aerosol unbeeinflussten) und der gestreuten (indirekten) Strahlung zusammen. Diese interagiert mit dem beleuchteten Objekt in der weiter oben (vgl. Kapitel 10.3.1.3) beschriebenen Weise, also Transmission, Absorption und Reflexion. Der reflektierte Teil muss dann nochmals durch die Atmosphäre, wo er wiederum gestreut werden kann, bis er schließlich (nach eventueller Absorption durch Filter und Optik) auf den Aufnahmesensor auftrifft. Je nach Sensor wird von diesem Rest nur ein bestimmter Wellenlängenbereich aufgezeichnet.

Von Fernerkundungssensoren wird demnach Folgendes aufgenommen:

- Gerichtetes Licht, welches durch die Atmosphäre je nach Wellenlänge unterschiedlich in der Intensität abgeschwächt und durch Interaktion mit dem reflektierenden Objekt in Bezug auf die Wellenlänge „selektiert“ wurde.
- Gestreutes Licht, welches direkt aus der Atmosphäre oder von Objekten aus unterschiedlichen Richtungen reflektiert wurde.

Je nach Sonnenstand, Blickrichtung, Verschmutzung der Atmosphäre, Luftfeuchtigkeit, Geländehöhe oder Flughöhe wird trotz prinzipiell gleichbleibender Reflexionseigenschaft eines Objektes eine in spektraler Zusammensetzung und Intensität unterschiedliche Aufnahme stattfinden. Diese Störfaktoren können zum Teil durch geeignete Maßnahmen vermindert werden. Die einfachste Maßnahme ist die Wahl eines geeigneten Zeitpunktes, etwa wenn nach Durchgang einer Schlechtwetterfront die Luft gereinigt wurde und deshalb wenig streuendes Aerosol vorhanden ist. Sonnenstand und Blickrichtung erfüllen bei der Aufnahme jedoch oft einen Zweck (zum Beispiel lange Schatten bei im Geländerelief erhaltenen Denkmälern oder Bewuchsmerkmalen) und können bzw. sollen deshalb nicht verändert werden.

Vor allem die Streustrahlung hat für die Fernerkundung negative Effekte. Durch das diffuse, aus allen Richtungen kommende, bläuliche Licht werden Schattenbereiche aufgehellt und der Kontrast einer Aufnahme zum Teil erheblich gemindert. Dieser kann – allerdings nur bei Schwarz-Weiß-Aufnahmen – durch Benutzung eines Gelbfilters verstärkt werden. Der Gelbfilter subtrahiert nämlich den blauen Lichtanteil und führt so zu einer Reduktion der auf den Sensor auftreffenden Streustrahlung (Kraus 2004, 82).

10.3.1.7 Sensoren

Um den Informationsgehalt elektromagnetischer Strahlung nutzen zu können, bedarf es geeigneter Aufnahmegeräte, welche die geometrischen (aus welcher Richtung kommt die Strahlung) und radiometrischen (Wellenlängen und deren Intensität) Aspekte der elektromagnetischen Wellen entweder direkt oder über die Zwischenschritte der Speicherung und Verarbeitung abbildet (Albertz 2007, 9).

Dabei kommen mit aktiven und passiven Systemen prinzipiell zwei unterschiedliche Verfahren zur Anwendung. Alle Systeme sind für die Registrierung spezieller Wellenlängenbereiche ausgestattet. Manche Systeme können dabei nur einen einzelnen Bereich abbilden (z. B. der Schwarz-Weiß-Film), andere mehrere Bereiche gleichzeitig aufnehmen (etwa der Farbfilm oder multispektrale Scanner). Diese Bereiche werden Bänder oder Kanäle genannt.

Passive Systeme

Passive Systeme benutzen Sensoren, mit welchen die natürlich vorkommende und von den zu untersuchenden Objekten reflektierte Strahlung abgebildet wird. Die bekanntesten passiven Sensoren sind das menschliche Auge und die analoge Kamera. Beide bilden das sichtbare Licht auf optischem Weg direkt auf die Netzhaut bzw. einen Bildträger ab.

Im Fall der *Kamera* können über spezielle Verfahren (Hinzufügen bestimmter Chemikalien) die Schichten eines Filmes für Licht bestimmter Wellenlängen empfänglich gemacht werden (Kraus 2004, 92). Dadurch ist es möglich, das Material auch für die Aufnahme von Wellenlängen im nahen Infrarot zu sensibilisieren (bis zu einer Wellenlänge von 1 µm – Albertz 2007, 26). Moderne digitale Kameras generieren das Bild über den Zwischenschritt der Speicherung auf einem Datenträger.

Bei einem *Scanner* wird die Erdoberfläche zeilenweise, und zwar in den meisten Fällen quer zur Flugrichtung abgetastet. Man unterscheidet optisch-mechanische und optoelektronische (Zeilenkameras) Scanner sowie abbildende Spektrometer. Mechanische Scanner benutzen optische Vorrichtungen (rotierendes Prisma) zur Zerlegung des empfangenen Lichts in bestimmte Spektralbereiche, welche in der Folge getrennt voneinander in verschiedenen Kanälen gespeichert werden. Zeilenkameras sind ähnlich digitalen Kameras, besitzen aber anstelle einer flächig rechteckigen Anordnung nur eine Reihe (Zeile) von Sensorelementen (Kraus, Schneider 1988, 119 ff.; Albertz 2007, 42 ff.).

Aktive Systeme

Aktive Systeme benutzen Energiequellen, um elektromagnetische Strahlung bestimmter Wellenlängen zu erzeugen, mit welchen die zu untersuchenden Objekte bestrahlt werden. Der zurückkommende Teil der Reflexionen wird in der Folge gemessen und kann zu einem späteren Zeitpunkt visualisiert und abgebildet werden.

Das ***Radar*** (*Radio Detection and Ranging*) „beleuchtet" bei der Befliegung einen langen, schmalen Streifen der Erdoberfläche mit Mikrowellen. Dieser wird mit zunehmender Entfernung breiter. Die Richtung der ausgesendeten Mikrowellenstrahlung ist schräg nach unten und senkrecht zur Flugrichtung. Die Reflexionen kommen mit unterschiedlicher zeitlicher Verzögerung wieder beim Sensor an und werden dort als Bildzeile registriert. Dadurch entsteht die Abtastung eines Gebietes, welches neben dem Flugweg liegt (Seitenansicht-Radar). Man unterscheidet RAR- (*real aperture radar*) und SAR- (*synthetic aperture radar*) Systeme. Bei Letzteren wird, vereinfacht dargestellt, ein breiterer Streifen auf der Erdoberfläche von den Mikrowellen beleuchtet. Dieser hat jedoch eine große Überlappung mit dem nächsten, parallel dazu liegenden Streifen, sodass die einzelnen Geländepunkte mehrfach abgetastet und über komplizierte Verfahren mit höherer Auflösung abgebildet werden können (Albertz 2007, 56 f.).

Bei einem **LiDAR**-System (*Light Detection and Ranging* – vgl. Kapitel 10.5) emittiert ein an der Unterseite eines Flugzeuges oder Hubschraubers montierter Laserscanner kurze Laserpulse (deren Wellenlänge typischerweise im Bereich des kurzwelligen Infrarot liegt) aus, die fächerförmig quer zur Flugrichtung abgelenkt werden. Die meisten der Laserstrahlen werden daher nicht senkrecht nach unten, sondern unter einem schrägen Winkel ausgesandt (in den meisten Fällen liegt dieser bei maximal ±20–±30°). Am auftreffenden Objekt wird der Strahl des Lasers meist diffus reflektiert, sodass in der Folge ein geringer Teil der reflektierten Laserenergie (Echo) von einer Fotodiode an der Empfangseinheit des Scanners erfasst werden kann. Aus der Laufzeitdifferenz zwischen ausgesendetem Signal und empfangenem Echo kann die Entfernung zwischen Scanner und Objekt bestimmt werden. Aus der Distanz, dem Ablenkwinkel und der durch ein differenzielles GPS sowie einer inertialen Messeinrichtung (*inertial measurement unit* [IMU]) laufend gemessenen genauen Position und Orientierung des Flugzeuges lassen sich die Koordinaten des reflektierenden Objektes berechnen. In Abhängigkeit vom benutzten Gerät können typischerweise pro Sekunde zwischen 30.000 und 200.000 Pulse ausgesendet werden. Dies garantiert eine sehr hohe Dichte an gemessenen Geländepunkten (oft mehrere Punkte pro Quadratmeter) aus der in der Folge ein detailliertes Geländemodell bestimmt werden kann (Doneus et al. 2008b).

10.4 Luftbildarchäologie

Die Luftbildarchäologie gilt nach der Feldbegehung als älteste Prospektionsmethode, deren Anfänge bereits ein Jahrhundert zurückreichen (Ceraudo 2005 – vgl. Kapitel 4.2). Auch wenn sich die zugrunde liegende Technologie in dieser Zeit ständig weiterentwickelt hat, fand eine echte Grundlagenforschung vor allem während der 1970er Jahre statt. Erst in den letzten 10 Jahren kam es erneut zu einer

weiteren Belebung innerhalb der luftbildarchäologischen Gemeinschaft, welche unter anderem dazu führte, dass der detaillierten Interpretation von Luftbildern mehr Raum gewidmet wird (Bewley 2002; Palmer 2005; Bewley 2005, 22 – siehe auch zahlreiche Beiträge in AARGNews: http://www.univie.ac.at/aarg <September 2012>), eine Neubewertung der unterschiedlichen Datenquellen (Senkrecht- und Schrägaufnahmen) (Doneus 2000; Palmer 2007, 2005) sowie Diskussionen zur theoretischen Standortbestimmung stattfanden (Brophy, Cowley 2005a; Rączkowski 2005, 2002a, 1999, 2001; Brophy 2002) und somit eine bessere Integration zu anderen Prospektionsmethoden aber auch innerhalb der Landschaftsarchäologie ermöglicht wird.

Durch Finanzierung der Europäischen Union konnten in den vergangenen Jahren zahlreiche Workshops und Schulungen in den unterschiedlichsten Ländern Europas durchgeführt werden, welche helfen sollten, das Verständnis und die Akzeptanz dieser Methode bei Archäologen zu erhöhen (Bewley et al. 1996; Braasch et al. 1998; Musson, Stoertz 2003; Bewley 2005, 24). Dies ist umso wichtiger, als es in vielen Ländern der Welt aber selbst innerhalb der EU (z. B. Griechenland, Spanien) nicht oder nur unter großen bürokratischen Hürden möglich ist, Luftbilder aus zivilen Flugzeugen herzustellen (Braasch 2002).

Die Luftbildarchäologie trägt so viel wie keine andere Methode zum Denkmalschutz bei. Die Überreste früherer Kulturen werden in steigendem Ausmaß großflächig zerstört. Die natürliche Erosion, beschleunigt durch modernen Ackerbau und den damit verbundenen Flurbereinigungen, aber auch Abbauvorhaben, Straßen- und Eisenbahnbau, Errichtung von Industriearealen und Windparks und nicht zuletzt die zahllosen Neubaugebiete stellen ein ständiges Bedrohungsszenario für die im Boden verborgene materielle Hinterlassenschaft dar. Diese kontinuierlich ablaufenden Zerstörungsvorgänge sind irreversibel – erst durch Kenntnis der bedrohten Archäologie lassen sich die Fundstellen und deren Strukturen wirksam schützen oder das Ausmaß der Zerstörung schlimmstenfalls beurteilen. Dabei stellt die Luftbildarchäologie die im Moment einzige Methode dar, große Gebiete systematisch mit vertretbarem finanziellen Aufwand zu untersuchen. Dies stellen die bis 1995 entdeckten 47.000 Fundstellen aus Deutschland nur allzu eindrucksvoll unter Beweis (Braasch 1996, 16). Mittlerweile ist die Luftbildarchäologie auch in Österreich weitaus besser in der denkmalschützerischen Praxis verankert als noch vor einem Jahrzehnt. So werden im Vorfeld vieler größerer Bauvorhaben luftbildarchäologische Untersuchungen durchgeführt.

Dennoch ist die Akzeptanz der Methode in den Reihen der „wissenschaftlichen" Archäologie, welche sich in erster Linie über die Ausgrabung definiert, oft nicht gegeben. In vielen Ländern wird Luftbildarchäologie überhaupt nicht angewandt, was nicht immer auf militärisch begründete Verbote oder administrativen Schwierigkeiten zurückzuführen ist. Aber auch in jenen Ländern wie Österreich oder Deutschland, wo es eine bereits längere Tradition gibt, fehlt es zum Teil am nötigen Verständnis der Möglichkeiten aber auch der Beschränkungen dieser Methode. Wie noch weiter unten detaillierter ausgeführt wird (vgl. Kapitel 11.1.5), ist das Potenzial der Luftbildarchäologie, Fundstellen zu entdecken, durchaus bekannt. Darüber hinausgehende Einsichten finden sich jedoch so gut wie gar nicht.

Dies lässt sich anhand der Rezeption der Luftbildarchäologie innerhalb der Siedlungs- und Landschaftsarchäologie des deutschsprachigen Raumes zeigen. Diese reicht von annähernder Nichtbeachtung (Schade 2000) bis zu einer einseitigen Beurteilung ihrer Möglichkeiten (Schier 1990, 130 ff.) (vgl. Kapitel 11). Selbst in England, dem Land mit der weltweit längsten und intensivsten luftbildarchäologischen Tradition, wird über eine ähnlich gelagerte Problematik berichtet (Bewley 2002). Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass Luftbildarchäologie nur an einigen wenigen Universitäten vertiefend gelehrt und praktiziert wird. In den folgenden Kapiteln ist es daher ein Anliegen, das Potenzial der Luftbildarchäologie auch außerhalb des Denkmalschutzes zu erörtern.

10.4.1 Definition von Luftbildarchäologie

Zu Beginn dieses Abschnittes soll anhand von zwei Definitionen das Wesen der Luftbildarchäologie geklärt werden:

Unter einem *Luftbild* versteht man allgemein eine fotografisch erzeugte Aufnahme, welche von einem Luftfahrzeug aus gemacht wurde und einen Ausschnitt der Erdoberfläche abbildet.

Die *Luftbildarchäologie* ist eine archäologische Prospektionsmethode, mittels der man durch direkte Beobachtung aus Luftfahrzeugen oder aufgrund von vorhandenen Luftbildern zerstörungsfrei großflächig Informationen zur materiellen Hinterlassenschaft und ihrer Umwelt gewinnt, dokumentiert und archäologisch interpretiert.

Die Luftbildarchäologie ist Teil der Fernerkundung und verwendet somit auch deren Prinzipien. Als Luftfahrzeuge dienen für gewöhnlich kleine, einmotorige Hochdecker. Bisweilen verwendet man auch Helikopter, Ultra-Leichtflugzeuge, Paragleiter oder Ballone zur Herstellung von Luftbildern. Ein Satellitenbild zählt nicht zu den Luftbildern, da es aus Raumfahrzeugen heraus hergestellt wird. Die Arbeit mit Satellitenbildern ist somit streng genommen nicht Teil der Luftbildarchäologie. Dennoch verschwim-

men in den letzten Jahren die Grenzen zur satellitengestützten Prospektion immer mehr, zumal sich die Methodik der Interpretation nur unwesentlich unterscheidet und multispektrale Aufnahmen vielerorts bereits aus Luftfahrzeugen gemacht werden. Auch das flugzeuggetragene Laser-Scanning ist nicht Teil der luftbildarchäologischen Prospektion, sondern eine eigenständige Vermessungsmethode, welche Anwendung in der archäologischen Prospektion findet. Sie hat Gemeinsamkeiten sowohl mit der Luftbildarchäologie als auch mit der archäologisch-topografischen Aufnahme (vgl. Kapitel 10.5.6).

Der Begriff „Luftbildarchäologie" und sein englisches Pendant *„aerial archaeology"* sind von ihrer implizierten Bedeutung nicht deckungsgleich. Kurioserweise wird *air photo archaeology*, die Übersetzung des deutschen Begriffes von manchen Autoren in England als der bessere Begriff gesehen (Palmer 1983, 41), während Otto Braasch in Deutschland den Begriff „Flugprospektion" der Luftbildarchäologie den Vorzug gibt:

„Die … Bezeichnung „Luftbildarchäologie" für die archäologische Flugprospektion trifft im Wortsinn nur dann zu, wenn durch gezielte Auswertung von meist zu fremden Zwecken gefertigten Aufnahmen (Reihenbilder für Vermessungszwecke, Satellitenfotos usw.) archäologische Befunde entdeckt werden" (Braasch 2005, 60).

Man kann darin zwei durchaus unterschiedliche Konzeptionen dieser Prospektionsmethode erkennen, auf die noch später näher eingegangen wird (vgl. Kapitel 10.4.4.2). Robert Bewley unterscheidet in diesem Sinn auch *aerial archaeology* (Luftbildarchäologie) und *aerial survey* (Flugprospektion) (Bewley 2005, 15).

Der luftbildarchäologische Prozess beginnt bereits bei der Planung und Herstellung von Luftbildern, bei der abgesehen von der Wahl des richtigen Zeitpunktes, der optimalen Aufnahmeposition etc. am Boden sichtbare Strukturen als archäologisch relevant erkannt werden müssen. Die Arbeit mit dem Luftbild – Archivierung, Entzerrung, Interpretation – ist die zweite, weitaus zeitaufwendigere Phase des luftbildarchäologischen Prozesses.

Wie alle anderen archäologischen Prospektionsmethoden hat die Luftbildarchäologie keinen Selbstzweck. Sie ist Teil der Archäologie. Somit ist die archäologische Fragestellung ein zentraler Punkt luftbildarchäologischen Arbeitens. Diese werden von den jeweils vorherrschenden theoretischen Strömungen und methodischen Konzepten vorgegeben, weshalb sich auch die Arbeitsweise der Luftbildarchäologie durch die Zeiten und über die Länder hinweg verändert bzw. unterscheidet (Bewley, Rączkowski 2002b, 6). So dient sie im theoretischen Umfeld der kulturhistorischen Archäologie vor allem dazu, Informationen und Fakten zu sammeln. Ein Mehr an Fakten ist aber nicht gleichbedeutend mit mehr Wissen. Dieses kommt erst zustande, wenn die Daten auch „verarbeitet, reflektiert und verinnerlicht" werden (Knox, Marston 2008, 248). Luftbildarchäologie hat somit auch die Möglichkeit, abseits vom reinen Faktensammeln über eine Schwerpunktbildung bei Interpretation und kritischer Reflexion die theoretischen Fesseln archäologischer Forschung zu sprengen und aufgrund ihrer Erkenntnisse neue Fragestellungen und neue Denkweisen zu ermöglichen.

10.4.2 Sichtbarkeitsmerkmale

Die materielle Hinterlassenschaft kann sich an der Erdoberfläche je nach Erhaltungszustand mehr oder weniger deutlich abzeichnen. In vielen Fällen ist es möglich, archäologisch relevante Strukturen direkt aus der Luft zu beobachten. So zeigen sich etwa ein massives, durch Deflation freigelegtes Scherbenpflaster in der Wüste, eine Ruine oder auch Schiffswracks, die im seichten Gewässer liegen, mitunter sehr deutlich und können aus der Luft in ihrem Landschaftskontext dokumentiert und lagemäßig verortet werden. Je nach gegebener physischer Struktur der Landschaft sowie Bildungsprozessen an Funden und Strukturen haben sich aber auch unterschiedlichste Kontraste ausgeformt, welche dabei helfen können, archäologische Fundstellen zu erkennen, zu dokumentieren, zu kartieren und zu interpretieren.

Kontraste kann man entweder direkt messen oder indirekt über Indikatoren erkennen. In der Luftbildarchäologie werden diese auch „Sichtbarkeitsmerkmale" (*marks*) genannt. Je nach Art dieser Hinweise unterscheidet man gemeinhin Schatten-, Flut-, Schnee-, Boden-, Feuchtigkeits-, Frost- und Bewuchsmerkmale. Diese Liste umfasst die am häufigsten genannten Merkmale, kann aber prinzipiell erweitert werden. Egal, um welches Merkmal es sich in einem konkreten Fall handelt, alle sind indirekte Indikatoren für physikalisch veränderte Eigenschaften des Bodens. Diese physikalischen Eigenschaften können mit der Methode der Luftbildarchäologie jedoch – mit Ausnahme des Höhenunterschiedes bei im Relief erhaltenen Bodendenkmälern – nicht gemessen, sondern allein aufgrund der Indikatoren beobachtet werden.

Das Auftreten der einzelnen Merkmale ist jedoch von vielen Faktoren abhängig. Deshalb ist das Wissen um die möglichen Anzeiger sowie um die zum Teil komplexen Prozesse und Faktoren, welche die Entstehung dieser Anzeichen materieller Hinterlassenschaft beeinflussen, eine Notwendigkeit. Erst mit diesem Wissen kann man gezielt und systematisch nach Merkmalen für archäologische Strukturen suchen, wobei Zeitpunkt, Flughöhe und Blickrichtung

die drei entscheidenden Kriterien für eine gute luftbildarchäologische Erkennungsrate sind.

Auch wenn es in der Literatur nur für die Bewuchsmerkmale explizit angegeben ist, kann sich jede der Kategorien von Sichtbarkeitsmerkmalen aufgrund „positiver" oder „negativer" Ausprägung zeigen. Diese Begriffe sind natürlich nicht wertend gemeint, sondern lassen Aussagen zur „Polung" des angezeigten Kontrastes zu und können dadurch wichtige Hinweise zur Beschaffenheit der archäologischen Struktur geben. Die einzelnen Sichtbarkeitsmerkmale wurden noch nie explizit definiert. Es handelt sich jeweils um Beschreibungen dessen, was sich unter welchen Umständen in welcher Form an der Oberfläche zeigen kann. Deshalb gibt es in manchen Fällen durchaus Unterschiede bei der Benennung eines Merkmals etwa als positives oder negatives Bewuchsmerkmal.

In der Folge sollen nun die wichtigsten Kategorien von Sichtbarkeitsmerkmalen dargestellt und beschrieben werden. Grundlage für die Betrachtungen sind einige vielzitierte Arbeiten (Riley 1987, 17–40; Wilson 2000, 38–87; Scollar et al. 1990, 33–76; Ille 1993; Leidorf 1996, 38–44) sowie die mittlerweile 20-jährige persönliche Erfahrung.

10.4.2.1 Im Relief erhaltene Bodendenkmäler

Zahlreiche archäologische Strukturen zeichnen sich im heutigen Relief als Erhebung oder Vertiefung ab, wie z. B. Gräben, Wälle, Straßen und Wege, Pingen, Halden, Steinbrüche oder Hügelgräber. Obwohl auch erhaltene Gebäude, Ruinen oder andere Objekte (zum Beispiel Unterwasserobjekte, wie Schiffswracks – vgl. Braasch 2005, 37 ff.) streng genommen dazugehören, sollen sie bei den folgenden Betrachtungen aber ausgeschlossen werden, da sie als Objekte direkt erkennbar und anzusprechen sind und daher keiner Indikatoren für deren Sichtbarkeit bedürfen. Die den Burgen oft vorgelagerten Wälle oder Gräben, welche sich in vielen Fällen nicht so gut erhalten haben, sind jedoch sehr wohl auch Gegenstand der folgenden Betrachtungen.

Je nach Entstehung und Wandel ist das Relief stark oder sehr schwach ausgeprägt. In den Landschaften Mitteleuropas ist der Hauptfaktor für die Einebnung ehemals deutlich aufragender oder vertiefter Strukturen die mit der intensiven Landwirtschaft einhergehende Erosion. Lediglich in den Bereichen, wo eine schützende Vegetationsdecke den Erosionsprozess weitgehend stoppen konnte und bis heute erhalten ist (meist Weideflächen oder Waldgebiete), haben sich Bodendenkmäler im Geländerelief erhalten können.

In vielen Fällen können sich im Relief abzeichnende Fundstellen auch vom Boden aus erkannt werden, in fast allen Fällen lassen sich jedoch Details und Zusammenhänge aus der Luft einfacher, schneller und verständlicher darstellen. Oft ist jedoch auch der Erosionsprozess so weit fortgeschritten, dass ein Erkennen vor Ort – wenn überhaupt – nur für das langjährig geschulte und geübte Auge des Feldarchäologen möglich ist. Vor allem dort, wo Wald oder andere dichte Vegetation diese flachen Denkmäler verbirgt, ist auch das Luftbild chancenlos. Hier hat sich neuerdings das flugzeuggetragene Laser-Scanning als die beste Methode erwiesen.

10.4.2.1.1 Schattenmerkmale

Aufgrund des noch erhaltenen Reliefs werfen an der Oberfläche erhaltene Bodendenkmäler bei entsprechendem Sonnenstand einen Schatten. Die Qualität der Sichtbarkeit variiert dabei in Abhängigkeit von verschiedenen Faktoren, wie erhaltene Höhe des Objektes, seine Ausrichtung zur Sonneneinstrahlung, Oberflächenfarbe, Bewuchs, Datum und Uhrzeit der Aufnahme sowie Flughöhe und Betrachtungswinkel zum Zeitpunkt der Aufnahme (Abb. 44).

Fast eingeebnete Objekte benötigen sehr schräg einfallendes Sonnenlicht um einen ausreichenden Schattenwurf zu produzieren, d. h., die Aufnahmezeit sollte entweder der frühe Morgen oder der späte Nachmittag sein. Wie dramatisch sich die Sichtbarkeit zu unterschiedlichen Zeitpunkten ändern kann, zeigt ein von David Wilson (Wilson 2000, 40 f.) publiziertes Beispiel der Abtei von Kirkstead (Abb. 45 und Abb. 46). Von den zerstörten Gebäuden ist nur noch eine kleine Mauerecke mehrere Meter hoch erhalten. Um die Mittagszeit fotografiert, sind die von einer Schafweide bedeckten Mauern nur als flächige Veränderung der Textur zu erkennen, da in diesem Bereich auch eine etwas verän-



Abb. 44: Schattenmerkmal einer undatierten Befestigungsanlage bei Michelstetten, NÖ, vom November 1981. Durch die Wahl des Aufnahmezeitpunktes in der vegetationslosen Periode kann der Verlauf des Wall-Grabensystems auch im bewaldeten Bereich verfolgt werden (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 45: Kirkstead, England. Die Aufnahme wurde um die Mittagszeit gemacht, geringe Reliefunterschiede zeichnen sich daher nicht durch Schattenwurf (aus Wilson 2000, Abb. 8 – Copyright reserved Cambridge University Collection of Aerial Photography).



Abb. 46: Kirkstead, England. Situation aus Abb. 45 bei tief stehender Sonne fotografiert. Durch den spitzen Einfallswinkel der Sonnenstrahlung werfen nun auch feine Reliefunebenheiten genügend lange Schatten und sind deshalb gut zu erkennen (aus Wilson 2000, Abb. 9 – Cambridge University Collection of Aerial Photography).

derte Vergesellschaftung von Pflanzen wächst. Bei sehr tief stehender Sonne kommen die einzelnen seichten Erhebungen durch die nun längeren Schatten jedoch so deutlich zum Vorschein, dass der Grundriss der gesamten Abtei auf Anhieb verständlich wird.

Ein wichtiges Kriterium für die Erkennbarkeit des Bodendenkmals ist die Ausrichtung eventuell vorhandener linearer Strukturen zur Sonneneinstrahlung: Liegen sie quer zu ihr, so sind deutliche Schatten die Folge. Hingegen werfen längs des Sonnenlichtes verlaufende Objekte kaum Schatten. Dies kann man zum Beispiel bei der Wallanlage von Abb. 44 erkennen: Die Einstrahlrichtung der Sonne verläuft in diesem Fall diagonal über das Bild von rechts oben nach links unten. Daher sind jene Wall-Graben-Abschnitte, welche sich im linken oberen Bereich des Bildes finden, schlechter zu erkennen, da sie kaum Schatten werfen. Eine Möglichkeit, auch diese Bereiche deutlicher sichtbar zu machen ist die Wahl eines anderen Zeitpunktes (ev. andere Tages- oder Jahreszeit). Gerade bei sehr komplexen linearen Strukturen wie dem Beispiel in Kirkstead werden aber meistens einige Strukturen keinen Schatten werfen. In diesem Fall sind mehrfache Befliegungen nötig, um ein möglichst vollständiges Bild der materiellen Hinterlassenschaft zu erhalten.

Bei der Aufnahmerichtung ist zu beachten, dass, wenn man die Sonne im Rücken hat, die Strukturen ihre von der Sonne beschienene Seite zeigen. Die Schatten sind dadurch etwas verdeckt, wodurch sich die Reliefunterschiede nur undeutlich zeigen. Fotos, die gegen die Sonne gemacht werden, zeigen die Schatten am besten, allerdings kann hier der Dunst aufgrund der Mie-Streuung (vgl. S. 156) zu einem Problem werden, da er seine stärkste Wirkung bei eben dieser Blickrichtung entfaltet. Daher ist bei extrem schrägem Sonnenlicht auf eine ausgezeichnete Sicht (geringe Luftfeuchtigkeit und Luftverschmutzung – etwa nach Durchzug einer Kaltfront) zu achten, um gute Resultate erzielen zu können.

Bei von Laubwald bedeckten Bodendenkmälern sind Aufnahmen in der vegetationslosen Periode, wenn die entlaubten Bäume den Blick zum Boden freigeben, notwendig (Abb. 47 und Abb. 48). Im während des Sommers aufgenommenen Bild kann man den unter dem Wald liegenden, rechteckigen und sehr gut erhaltenen Wall nur dann erahnen, wenn man seine Position bereits kennt. Erst in der Aufnahme zur vegetationslosen Zeit werden Grundriss und Ausmaß der Befestigung evident.

Im Winter können bei einer gleichmäßigen Schneebedeckung extrem flach erhaltene Reliefunterschiede aufgrund des sehr deutlichen Schattenkontrastes gut sichtbar werden. Als Beispiel soll hier ein Bild von Otto Braasch dienen, in welchem man ein fast völlig eingeebnetes Hügelgräberfeld erkennen kann (Abb. 49). Diese Merkmale, auch wenn sie bei Schneebedeckung gemacht werden, zählen ebenfalls zu den Schattenmerkmalen, da ein Schattenwurf der Indikator für die archäologische Struktur ist.

10.4.2.1.2 Schneemerkmale

Als Schneemerkmal bezeichnet man einen Indikator dann, wenn eine im Geländerelief erhaltene Struktur durch unterschiedliche Schneebedeckung sichtbar wird. Die Un-



Abb. 47: Gars-Thunau: Bereich der slawischen Wallanlage, welche im Sommer nicht zu sehen ist (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 48: Gars-Thunau. Situation von Abb. 47. Der Wall ist in der vegetationslosen Zeit im Laubwald gut zu sehen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 49: Schattenmerkmal eines beinahe eingeebneten Hügelgräberfeldes (© Otto Braasch, Landshut).



Abb. 50: Michelstetten – Situation von Abb. 44. Die Wälle werden nun jedoch aufgrund der unterschiedlichen Dichte des Schnees nachgezeichnet (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

terscheidung zwischen Schnee- und Frostmerkmalen ist in der Literatur nicht eindeutig. In manchen Fällen werden Frostmerkmale und Schneemerkmale gleichgesetzt (vgl. z. B. Braasch 2005, 17 ff.; Leidorf 1996, 42). Diese Arbeit verwendet im Großen und Ganzen die Einteilung im Sinne David Wilsons (Wilson 2000): Beim Schneemerkmal bewirkt das Geländerelief eine unterschiedliche Mächtigkeit der Schneelage bzw. eine ungleiche Erwärmung aufgrund der lokal variierenden Intensität der Sonneneinstrahlung. Dies führt zu einer archäologische Strukturen nachzeichnenden Verteilung von Schnee. Beim Frostmerkmal ist die unterschiedliche im Boden gespeicherte Wärme *eingeebneter* Strukturen ausschlaggebend für Geschwindigkeit und Intensität der Abtauvorgänge.

Ein Schneemerkmal kann sich somit auf unterschiedliche Weise zeigen: (1) Durch Windverwehung können die dem Wind zugewandten Seiten des Bodendenkmals freigeweht und dadurch sichtbar gemacht werden, wobei sich der Schnee meist im Windschatten oder Vertiefungen ablagert. (2) Bei der Schneeschmelze verdeutlichen Schneereste in den Schattenzonen von Gräben oder Wällen deren Verlauf. In Abb. 50 ist dieselbe Fundstelle wie auf Abb. 44 dargestellt. Diesmal werden die Wälle und Gräben jedoch aufgrund des zur Zeit der Aufnahme bewölkten Himmels vom abgetauten bzw. liegen gebliebenen Schnee (und nicht vom Schatten) nachgezeichnet. (3) Ein weiteres Beispiel zeigt, dass das selektive Abschmelzen von Schnee auch bei kleineren im Relief erhaltenen Strukturen, wie den Hügelgräbern bei Gündlkofen deutlich sichtbar sein kann (Abb. 51). Auch hier handelt es sich um ein klassisches Schneemerkmal. Der Abtauvorgang verläuft deshalb unterschiedlich, weil die Reliefierung in manchen Bereichen von der Sonne unter einem direkteren Winkel angestrahlt wird. Der

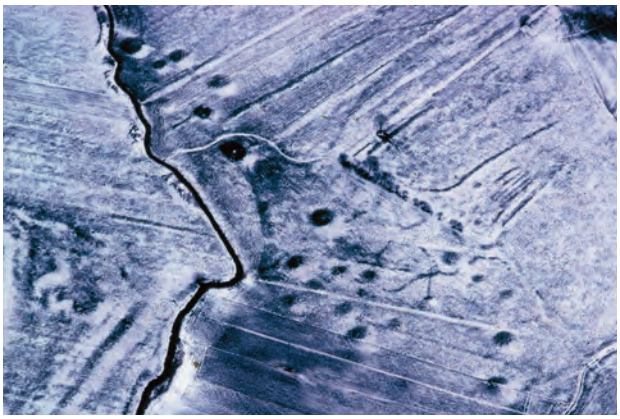


Abb. 51: Schneemerkmal eines Hügelgräberfeldes bei Gündlkofen, Deutschland, vom Dezember 1980. Die Hügel sind deutlich sichtbar, da der Schnee auf der von der Sonne beschienenen Seite bereits geschmolzen ist (© Otto Braasch, Landshut).



Abb. 52: Flutmerkmal eines Hügelgräberfeldes in Altmühl, Deutschland, vom Februar 2002 (© Otto Braasch, Landshut).

Abtauvorgang findet deshalb in Bezug auf die Exposition unterschiedlich rasch statt.

10.4.2.1.3 Flutmerkmale

Flutmerkmale treten vor allem in Überschwemmungsebenen von Gewässern auf. So können sich bei entsprechendem Wasserhochstand die Gräben einer Befestigungsanlage mit Wasser füllen und sich somit deutlich abzeichnen. Steigt das Wasser noch höher an, bilden Wälle und Grabhügel gut sichtbare, trockene Flächen im überschwemmten Bereich (Abb. 52).

Häufig füllen sich bei Überschwemmungen zunächst die noch im Relief erhaltenen Altwasserarme mit Wasser. Auf diese Weise lassen sich Teile von ehemaligen Mäandergürteln mitunter sehr deutlich erkennen, wie am Beispiel der steirischen Lafnitz vom April 1965 (Abb. 53). Bei stärkeren Hochwässern lassen sich die Kanten der unteren Flussterrassen häufig gut beobachten und dokumentieren. Sie können in vielen Fällen dazu genutzt werden, alluviale Gebiete zu zeigen und können, wie in Abb. 54 auch siedlungsanzeigend sein: Entlang der Leitha wurden zum Beispiel im Jahr 1965 während einer Hochwasserkatastrophe Schrägaufnahmen durch das österreichische Bundesheer gemacht. Anhand der Grenze der Wasserfläche lässt sich die untere Terrassenkante der Leitha gut verfolgen. Auf der charakteristischen „Landzunge“ im Vordergrund fanden sich bei Begehungen und späteren Befliegungen Funde und Strukturen aus den unterschiedlichsten Zeitstufen, die bis zum Neolithikum zurückreichen.

10.4.2.2 Eingeebnete Bodendenkmäler

Darunter versteht man jene Bodendenkmäler, die bereits soweit eingeebnet sind, dass sie sich nicht mehr vom heutigen Geländerelief unterscheiden. Sie bilden vor allem in landwirtschaftlich genutzten Regionen die überwiegende Anzahl von Fundstellen. In der Luftbildarchäologie sind momentan vor allem Boden-, Feuchtigkeits-, Frost- oder Bewuchsmerkmale bekannt, anhand derer man eingeebnete, im Relief nicht sichtbare Bodendenkmäler zu erkennen vermag.

Im Kapitel zu den Bildungsprozessen wurde gezeigt, dass durch das Ausheben von Gruben, Gräben, Gräbern usw. je nach Tiefe des Eingriffs Material aus unterschiedlichen Bodenhorizonten entnommen und das Bodenprofil somit lokal gestört wird. Die zu einem späteren Zeitpunkt erfolgte Füllung dieser Störungen zeigt in praktisch allen Fällen physikalische und chemische Unterschiede zum ungestörten Boden, was Auswirkungen auf eine Reihe von Indikatoren hat. Die komplexen Wechselwirkungen zwischen veränderten Sedimenteigenschaften innerhalb der Stratifikation bzw. im ungestörten Bereich und den einzelnen Indikatoren sind zwar prinzipiell bekannt aber kaum zufriedenstellend untersucht. So glaubt man zum Beispiel, die Mechanismen für einen veränderten Bewuchs über einer archäologischen Struktur zu kennen. Detailliertere Aussagen, welche zu besseren Vorhersagen zu Intensität sowie räumlichem und zeitlichem Auftreten ermöglichen würden, fehlen jedoch bislang. So obliegt es meist der persönlichen Erfahrung eines Archäologen, zu welchem Zeitpunkt in welchem Gebiet die besten Erkenntnisse durch luftbildarchäologische Befliegungen zu erhoffen sind. Dies ist vor allem für jene KollegInnen, die versuchen, ein entsprechendes Prospektionsprogramm aufzubauen, oft frustrierend und ein Grund für die zögerliche Anerkennung des luftbildarchäologischen Potenzials.

10.4.2.3 Der veränderte Boden

In der verhältnismäßig spärlich gesäten, zum Großteil bereits älteren Literatur zur Grundlagenforschung ar-



Abb. 53: Lafnitz, Steiermark. Während eines Hochwassers im April 1965 zeigten sich die ehemaligen Mäander als Flutmerkmale (© bmlvs/luaufklsta).



Abb. 54: Hochwasserkatastrophe entlang der Leitha im Jahr 1965. Anhand der Grenze der Wasserfläche lässt sich die untere Terrassenkante der Leitha gut verfolgen. Auf der charakteristischen „Landzunge" im Vordergrund (Flur untere Fuchsbicheln bei Sommerein) finden sich Funde und Strukturen aus den unterschiedlichsten Zeitstufen, die bis zum Neolithikum zurückreichen (© bmlvs/luaufklsta).

chäologischer Sichtbarkeitsmerkmale werden einige für die folgenden Betrachtungen wichtige physikalische Eigenschaften von Böden beschrieben (Scollar et al. 1990, 9–25; Strunk-Lichtenberg 1965; Stanjek, Fassbinder 1995, 1996; Jones, Evans 1975; Evans, Jones 1977; Riley 1979; Evans 2007). Dazu gehören das Verhältnis der Bodenbestandteile (mineralische und organische Bestandteile, Wasser, Gas) zueinander, die Korngrößenverteilung der mineralischen Bestandteile und deren Rolle für die Bindung von Bodenfeuchte als Haftwasser sowie die damit in Zusammenhang stehende elektrische Leitfähigkeit des Bodens, die mineralogische Zusammensetzung, der pH-Wert sowie seine Wärmeleitfähigkeit.

Bereits in den 1960er Jahren hatte Gustav Strunk-Lichtenberg gezielt Untersuchungen an durch Bewuchsmerkmale entdeckten Gräben durchgeführt (Strunk-Lichtenberg 1965). In drei Gebieten, welche aufgrund ihrer jeweils unterschiedlichen Böden selektiert worden waren, wurden Schnitte durch die Gräben gelegt. Konkret handelte es sich um ein römisches Marschlager in sandigem Boden auf Schotter, einen kreisförmigen Graben der Urnenfelderkultur in vulkanischem Sediment sowie um eisenzeitliche Viereckschanzen im Löss. In fast allen Fällen wurden das Porenvolumen, die Korngrößenverteilung, der pH-Wert, der Humusanteil sowie die Nährstoffe bestimmt.

Bei der Ausgrabung des römischen Marschlagers konnte Strunk-Lichtenberg feststellen, dass das wahrscheinlich absichtlich eingebrachte Füllmaterial eine bessere Durchmischung in Bezug auf die Partikelgröße aufwies als der ungestörte Bereich. Auch wenn der Unterschied nicht allzu groß war, und vor allem im oberen Bereich kaum ein Unterschied zwischen den Korngrößenverteilungen des Füllsediments und des ungestörten Bodens bestand, so zeigte sich vor allem im unteren Bereich, ab einer Tiefe von etwa 70 cm ein signifikant höherer Anteil an Feinsediment. Zudem hatte das Füllmaterial aufgrund eines höheren Eisenanteils eine kräftigere Braunfärbung, welche durch die vermehrte Oxidation der etwas lockereren Füllung mit mehr gasförmigen Bestandteilen intensiviert wurde (Strunk-Lichtenberg 1965, 186 f.).

Strunk-Lichtenberg nahm an, dass der Graben vor allem deshalb als Bewuchsmerkmal sichtbar wurde, weil er in den tieferen Bereichen, in denen Pflanzenwurzeln zugegen sind, aufgrund der feineren Korngröße mehr Feuchtigkeit speichern konnte. Ein nahe gelegenes Gräberfeld mit nur 50 bis 60 cm tiefen Gräben war im gleichen Jahr nicht sichtbar (Strunk-Lichtenberg 1965, 187). Auch die Viereckschanzen zeigten sich nur deshalb im Löss, da dieser nicht so mächtig war und die Gräben daher in den gröberen, darunterliegenden C-Horizont einschnitten (Strunk-Lichtenberg 1965, 201).

Das Füllmaterial der dreifachen Grabenanlage auf vulkanischen Böden wies eine im Vergleich zum umgebenden Boden stärkere Verbraunung auf und bot aufgrund der festgestellten vermehrten biologischen Aktivität (v. a. Regenwürmer) bessere Standortbedingungen für die Pflanzen (Strunk-Lichtenberg 1965, 195).

Helge Stanjek und Jörg Faßbinder nahmen einige Beobachtungen von Otto Braasch (Braasch 1985a) zum Anlass, ebenfalls bodenkundliche Untersuchungen zur Klärung

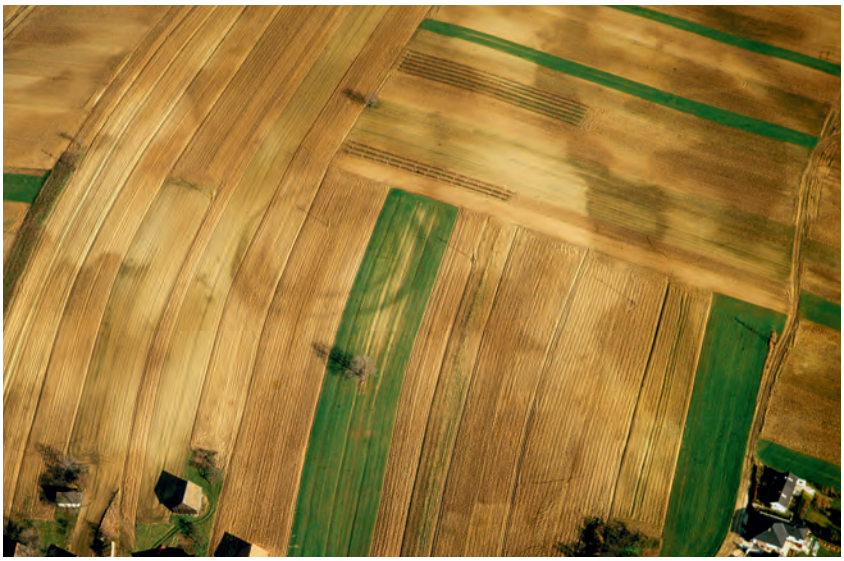


Abb. 55: Hornsburg, NÖ. Die beiden konzentrischen Gräben einer zweifachen mittelneolithischen Kreisgrabenanlage zeichnen sich als Boden- und Bewuchsmerkmal ab (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

luftbildarchäologischer Sachverhalte durchzuführen (Stanjek, Fassbinder 1996, 1995). An drei Grabungen im Lössgebiet Bayerns entnahmen sie Proben mit Stechzylindern und nahmen Messungen in Bezug auf die Lagerungsdichte, das Porenvolumen und die Menge an organischer Substanz vor. Lagerungsdichte und Porenvolumen unterschieden sich an allen drei Plätzen statistisch nicht vom umgebenden Material. Dies erkläre ihrer Meinung nach den Umstand, dass bei den drei Fundstellen jeweils extrem trockene Saisonen notwendig waren, damit Bewuchsmerkmale erkennbar wurden (Stanjek, Fassbinder 1996, 251). Große Unterschiede gab es jedoch in der Menge der organischen Substanz, die im Füllmaterial auch in tieferen Zonen beträchtlich höher war, als im ungestörten Bereich (Stanjek, Fassbinder 1996, 251, Tab. 1).

Aus diesen und den oben zitierten Untersuchungen ergeben sich folgende Konsequenzen, welche bei der Charakterisierung und Interpretation der Sichtbarkeitsmerkmale theoretisch von Bedeutung sind:

(1) Von primärer Bedeutung ist der Unterschied im Verhältnis der Bodenbestandteile (mineralische und organische Bestandteile, Wasser, Gas) zueinander (vgl. Kapitel 6.2.4.2). Dieses ist in einer Stratifikation zumeist anders als im umgebenden Boden – und zwar unabhängig davon, ob die Füllung schnell und intentionell oder langsam und natürlich erfolgte.

(2) In vielen Fällen hat die Füllung archäologischer Gräben oder Gruben vor allem in unteren Bereich einen signifikant höheren Anteil an organischen Bestandteilen. Diese haben Auswirkungen auf den Wasser-, Nährstoff- und Wärme-Haushalt des Sediments. In Zusammenhang mit der häufig höheren Menge an humosem Material kommt es dadurch zu vermehrter biologischer Aktivität und somit zu besseren Bedingungen für das Pflanzenwachstum.

(3) Die Füllungen von Gräben und Gruben enthalten häufig mehr gasförmige Anteile und sind daher besser durchlüftet. Eine bessere Durchlüftung bedeutet auch eine vermehrte Oxidation und dadurch im Falle von vorhandenen Eisenanteilen eine intensivere Braunfärbung.

(4) Der Unterschied an relativer Menge des Bodenwassers zwischen Füllung einer Struktur und Umgebung ist ein bedeutender Faktor für die Ausbildung von Sichtbarkeitsmerkmalen (aber auch der elektrischen Widerstandsmessung) (Scollar et al. 1990, 15).

(5) Da Bodenfeuchte an der Oberfläche der festen Bestandteile gebunden wird, spielt die Korngrößenverteilung der mineralischen Bestandteile eine zentrale Rolle bei der Ausbildung sämtlicher Merkmale. Je feiner das Material, desto mehr Oberfläche besitzt es, was zu einer erhöhten Speicherung von Bodenfeuchte führt: Ein Kubikzentimeter feiner Ton hat nach einer groben Schätzung etwa 1000m², etwas gröberes Material nur 15 m² (Scollar et al. 1990, 12).

(6) Gefüllte archäologische Strukturen, wie zum Beispiel Gruben, Gräber und Gräben beinhalten meist vermehrt feines Sediment und können deshalb einen signifikant höheren Prozentsatz an Wasser in größerer Tiefe speichern.

10.4.2.3.1 Bodenmerkmale

Bodenmerkmale zeigen sich an der Erdoberfläche aufgrund einer unterschiedlichen Farbgebung des Sediments. Im Fall von wieder gefüllten Gräben und Gruben ist dies auf eine unterschiedliche mineralogische Zusammensetzung der festen Bodenbestandteile, vermehrt humoses Material, eine höhere Feuchtigkeit sowie eine erhöhte Oxidationsrate zurückzuführen. Je nach umgebendem Material ist die Färbung in der Regel dunkler, brauner oder rötlicher (Abb. 55). Am besten ist dieser Farbkontrast, wenn der ebenfalls durch den Pflug an die Oberfläche gebrachte Unterboden hell ist (z. B. Löss, kalkhaltige Böden) (Wilson 2000, 57 f.), Braunerden geben einen schlechten Hintergrund ab (Scollar et al. 1990, 41).

Steinsetzungen und Mauerreste können keine Feuchtigkeit speichern und führen erwartungsgemäß zu einer rascheren Austrocknung des darüber liegenden Pflughorizontes. Zudem werden durch den Pflug vermehrt Steine und Mörtelbrocken an die Erdoberfläche gebracht, was insgesamt zu einer helleren Färbung des Bodens führt. Ähnlich verhält es sich mit Flächen, unter denen der Boden über einen langen Zeitraum komprimiert wurde – etwa unterhalb von massiven Erdaufschüttungen wie Wällen oder Grabhügeln, aber auch unter ehemaligen Wegen und Straßen. Hier erreicht der Pflug oft eine etwas geringere Eindringtiefe (Wilson 2000, 54). In der Folge zeichnen sich diese Bereiche aufgrund der rascheren Austrocknung als hellere Linien oder Flächen am Boden ab (Abb. 56).

Auch wenn es nicht üblich ist, könnte man in Analogie zu den Bewuchsmerkmalen im Fall einer dunkleren Färbung des Bodens von einem „positiven Bodenmerkmal", im gegenteiligen Fall von einem „negativen Bodenmerkmal" sprechen.

Die unterschiedliche Farbe von Sedimenten ist den Archäologen an und für sich von Ausgrabungen bestens bekannt. Dass der Farbunterschied auch an der Erdoberfläche zu erkennen ist, liegt an dem in unseren Gebieten typischen Wendepflug. Dieser schneidet die archäologischen Sedimente an und bringt sie an die Erdoberfläche. Am besten zeigt sich der Farbunterschied, wenn der Boden nicht zu feucht und nicht zu trocken ist (Jones, Evans 1975, 1). Auch das Eggen kann zu einer Verbesserung der Sichtbarkeit führen, da die trockenen Erdklumpen an der Bodenoberfläche aufgebrochen werden und die farblichen Kontraste sich erneut zeigen können – allerdings nur für einen kurzen Zeitraum (Wilson 2000, 59).

Der Umstand, dass Bodenmerkmale vor allem durch Verbringung von ungestört stratifiziertem Material an die Erdoberfläche entstehen, bedeutet auch, dass ihr Erkennen ein Anzeichen für bereits stattfindende erosive Zerstörung ist. Bodenmerkmale sind dann am deutlichsten zu sehen, wenn durch den Pflug neue, zuvor ungestörte Schichten erfasst wurden. Da in der Regel die Abtragung des Erdmaterials fortschreitet, werden in der Folge immer wieder neue, ursprünglich tiefer liegende Schichten hochgepflügt, was in der völligen Zerstörung des Bodendenkmals resultieren kann. Schwächt sich die Erosion ab, so verschwinden auch die Bodenmerkmale (Wilson 2000, 55). Im Falle eines Kolluvium, welches stärker als die Eindringtiefe des Pfluges ist, können abgesehen vom Kolluvium selbst (welches sich häufig dunkler abzeichnet) keine archäologischen Bodenmerkmale erkannt werden.

Bei uns sind Bodenmerkmale nur in ackerbaulich genutzten Flächen während der bewuchsfreien Zeit zu sehen, welche sich in Abhängigkeit von der angebauten Frucht (Sommer-, Wintergetreide, Mais) von Feld zu Feld unterscheidet. Durch den Pflug werden die frisch erfassten Schichten nach oben befördert und gleichzeitig auch in Pflugrichtung verschoben (Wilson 2000, 54), was die Ursache für den häufig beobachtbaren zickzackförmigen Verlauf linearer Bodenmerkmale ist (Abb. 57). Im Extremfall können einzelne Objekte, wie zum Beispiel kleinere Gruben, oberflächlich durch den Pflug „entzweit" werden (Wilson 2000, 65). Bodenmerkmale sind daher in der Regel etwas verlagert und können unter Umständen nicht mit der gleichen lagemäßigen Genauigkeit ausgewertet werden, wie zum Beispiel Bewuchsmerkmale. Es kommt jedoch nicht zu so großen Verlagerungen wie bei Artefakten (Wilson 1989, 70), da verlagertes Sediment sich rasch mit dem umgebenden Boden durchmischt und daher „unsichtbar" wird. Zudem ist der Helligkeitsunterschied aufgrund von Bodenfeuchte im Fall von Bodenmerkmalen auch an den Untergrund gekoppelt (Taylor 1979, 94).

Weitere Faktoren, welche die Erkennbarkeit von Bodenmerkmalen beeinflussen, sind die Ausdehnung und Tiefe des ursprünglichen Eingriffes, die Pflugrichtung, der Grad an Bodenerosion sowie Flughöhe und Betrachtungswinkel zum Zeitpunkt der Aufnahme. Generell kann man davon ausgehen, dass kleinere Strukturen, wie zum Beispiel Pfostengruben, nur in extremen Ausnahmefällen (sehr heller Boden und sehr dunkle Grubenfüllung) als Bodenmerkmal sichtbar werden. Anders als beim Bewuchsmerkmal ist

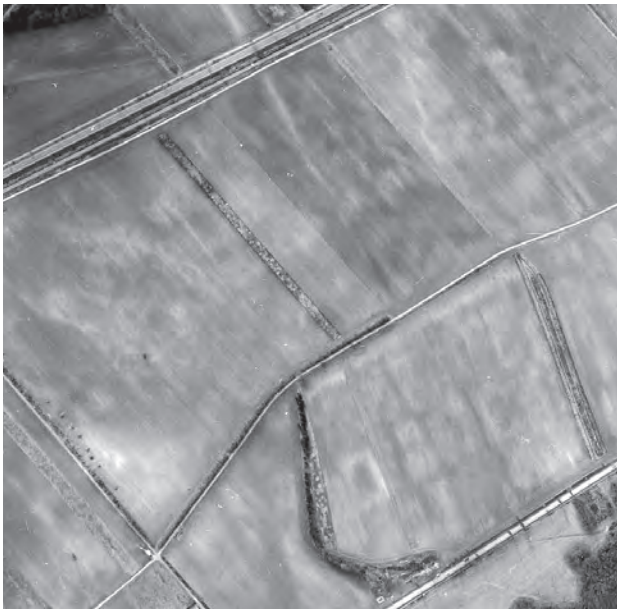


Abb. 56: Carnuntum. In dieser Aufnahme vom März 1998 zeigen sich Straßen sowie Einbauten innerhalb des römischen Lagers als helle Linien im gepflügten Feld ab (© bmlvs/luaufklsta).

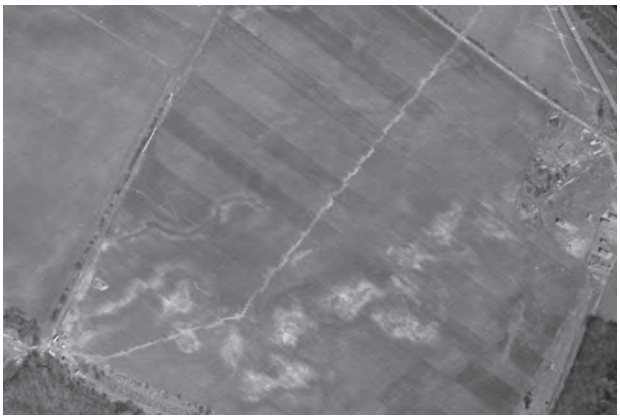


Abb. 57: Verlauf einer modernen Leitung als Bodenmerkmal. Deutlich ist die aufgrund des Pflügens erfolgte, zickzackförmige Verlagerung des helleren Erdmaterials zu sehen (© bmlvs/luaufklsta).

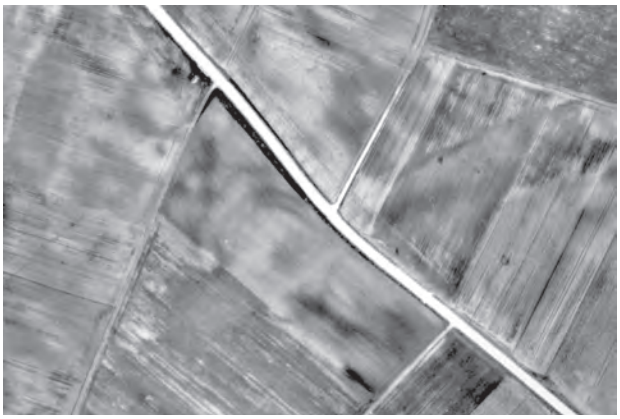


Abb. 58: Simonsfeld, NÖ. Feuchtigkeitsmerkmal einer dreifachen mittelneolithischen Kreisgrabenanlage (© bmlvs/luaufklsta).

beim Bodenmerkmal der Farb- und Feuchtigkeitskontrast der Füllung zum an der Oberfläche liegenden ungestörten Material wichtig. Unterscheidet diese sich nicht grundlegend, so werden Bodenmerkmale nur in seltenen Fällen sichtbar werden.

Bei der Aufnahme erzielt man die besten Ergebnisse, wenn man mit der Sonne im Rücken auf das Bodenmerkmal sieht, da unter diesem Blickwinkel der Farbkontrast am deutlichsten ist. Dies ist auch bei der Flugplanung wichtig, da bei entsprechender Blickrichtung natürlich auch die Erkennungsrate während der Befliegung gesteigert werden kann. Zusätzlich berichten Autoren, dass bei einer Ost-West-Orientierung der Pflugrichtung der Farbkontrast stark verringert werden kann, da, wenn die Sonne im Süden steht, das meiste Sonnenlicht wegreflektiert wird (Wilson 2000, 60 f.; Jones, Evans 1975, 2).

Prinzipiell ist es auch möglich, Bodenmerkmale bei leichter Bewölkung zu fotografieren (Scollar et al. 1990, 45), sofern man nur die Wellenlängen des sichtbaren Lichtes aufzeichnet. Die Verwendung von Infrarot-Materialien kann helfen, die Feuchtigkeitsunterschiede etwas kontrastreicher darzustellen.

10.4.2.3.1.1 Feuchtigkeitsmerkmale

Feuchtigkeitsmerkmale zeigen sich aufgrund einer zeitlich unterschiedlichen Auftrocknungsrate des Oberflächenmaterials im Bereich eingeebneter archäologischer Strukturen. Im Kapitel zur Fernerkundung konnte im Zusammenhang mit dem spektralen Reflexionsgrad dargestellt werden, dass ein Sediment mit zunehmender Feuchtigkeit dunkler wirkt (vgl. Kapitel 10.3.1.5). Da die Helligkeit als eine Komponente der Farbe des Bodens mit der Feuchte des Erdmaterials zusammenhängt, sind Feuchtigkeitsmerkmale eine weitere Facette der Bodenmerkmale. Sie haben vor allem in jenen Gebieten Bedeutung, wo sich das archäologische Sediment farblich nicht vom umgebenden Boden abhebt (Wilson 2000, 62).

Feuchtigkeitsmerkmale treten nach einer Regenperiode auf und sind meist nur für einige wenige Tage zu sehen. Die Auftrocknung eines Bodens nach einer Regenperiode erfolgt nicht gleichmäßig. Variierende Korngrößenverteilung, Anteil an humosem Material, Hangneigung und Tiefe des Bodens führen zu Unterschieden im Trocknungsprozess (Scollar et al. 1990, 46). Aufgrund der bei den Bodenmerkmalen beschriebenen unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften kann die Füllung eines Grabens oder einer Grube die Feuchtigkeit über einen längeren Zeitraum halten als der umgebende, ungestörte Bereich des Bodens. Das Resultat ist ein dunkleres Erscheinungsbild des gestörten Erdreichs (Abb. 58). Diese Wirkung kann noch verstärkt werden, wenn archäologische Strukturen zusätzlich die eingedrungene Feuchtigkeit wie eine Drainage aus der unmittelbaren Umgebung entziehen. Mauern bzw. Bereiche mit kompaktem Erdreich (z. B. ehemalige Wege oder Grabhügel) oder sandige Bereiche können während des Regens weniger Feuchtigkeit aufnehmen, trocknen rasch wieder aus und haben daher ein helleres Erscheinungsbild.

10.4.2.3.1.2 Frostmerkmale

Der Unterschied im Feuchtigkeitsgehalt zwischen archäologischer Füllung und ungestörtem Bereich bewirkt zu Winterbeginn und am Ende der kalten Jahreszeit auch Temperaturunterschiede im Sediment. Wasser hat im Vergleich zu Bodenmineralien oder Luft eine wesentlich höhere Wärmekapazität (Vermögen, thermische Energie zu speichern) bei geringerer Wärmeleitfähigkeit (Stanjek,

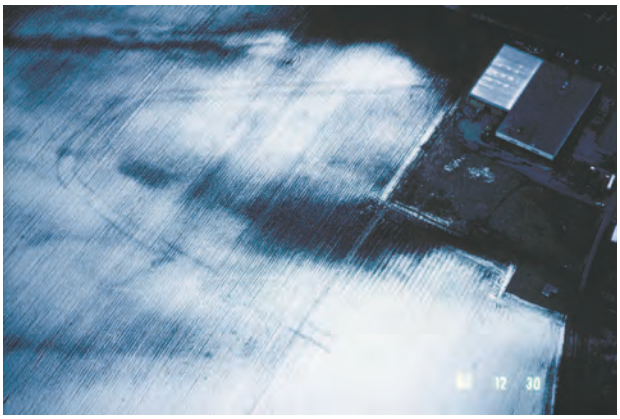


Abb. 59: Frostmerkmal einer Grabenanlage bei Moos, Deggendorf, vom Dezember 1982. Der noch etwas wärmere Boden im Bereich des Grabens konnte die leichte Schneedecke abschmelzen und zeigt sich daher als dunkles Band (© Otto Braasch, Landshut).

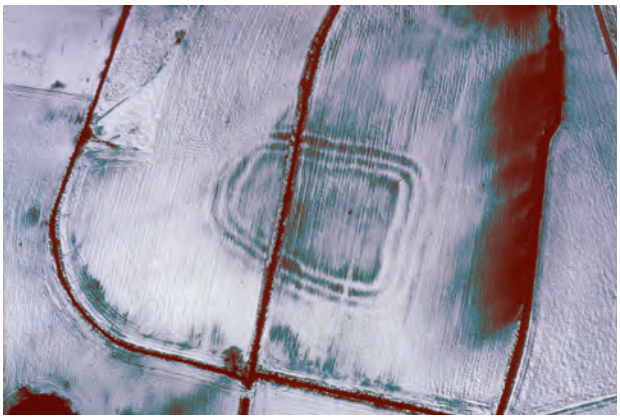


Abb. 60: Frostmerkmal einer undatierten Befestigungsanlage bei Galgweis, Deutschland, vom Februar 1983. Deutlich zeichnen sich die drei Gräben durch die etwas dichtere Schneedecke aufgrund der niedrigeren Temperatur ihrer Füllung ab (© Otto Braasch, Landshut).

Fassbinder 1996, 252). Daher ändern Sedimente mit geringer Korngröße ihre Temperatur langsamer als jene aus gröberem Material.

Zu Winterbeginn kann es vorkommen, dass der Boden bereits unter null Grad Celsius abgekühlt ist, das Sediment einer Grabenfüllung jedoch aufgrund der soeben beschriebenen Eigenschaften noch eine Temperatur über dem Gefrierpunkt aufweist. Wenn zu solch einem Zeitpunkt geringe Mengen von Schnee fallen, so wird dieser über dem Graben früher auftauen (Stanjek, Fassbinder 1996, 254). Der Graben kann dann als dunkles Band auf einer weißen schneebedeckten Fläche sehr gut erkannt werden (Abb. 59).

Am Ende des Winters stellt sich dieses Phänomen um, und der Graben speichert nun die Kälte. Dadurch bleibt der Schnee über dem Graben länger liegen als im umgebenden Bereich. Im Boden verborgene Mauerfundamente, Schotterungen ehemaliger Straßen aber auch Schotterbänder ehemaliger Bachläufe zeigt das umgekehrte Verhalten: In der Regel bleibt der Schnee am Beginn des Winters über diesen Bereichen länger liegen (Abb. 60).

Otto Braasch hat sich diesen Erscheinungen angenommen und auch zahlreiche Beispiele für Frostmerkmale zusammengestellt (Braasch 1985b, 128). Für eine erfolgreiche Suche nach diesen Merkmalen sind „neben einer dünnen Schnee- oder Reifdecke vorhergehende Wetterumschwünge zur Ausbildung genügend starker Temperaturdifferenzen an der Erdoberfläche erforderlich". Mitunter zeigen sich diese Merkmale nur innerhalb weniger Stunden.

10.4.2.3.2 Bewuchsmerkmale

In ackerbaulich unberührten Gebieten kann man aufgrund von zahlreichen Zeigerpflanzen (z. B. Brennnessel) auf ehemalige menschliche Hinterlassenschaften schließen (biologische Prospektion – siehe z. B. Herbich 1996). Dort, wo Feldfrüchte angebaut werden, haben diese Pflanzen jedoch kaum Chancen, sich zu entwickeln. Hier sind es Abweichungen im Wachstum der einheitlich angebauten Pflanzen, welche die archäologischen Strukturen mitunter deutlich anzeigen: Die eingangs erwähnten Unterschiede zwischen der Füllung archäologischer Strukturen und dem umgebenden Boden führen auch zu veränderten komplexen Interaktionen zwischen Boden, Nährstoffen, Feuchtigkeit und Vegetation. Dadurch kommt es zu mehr oder weniger deutlichen Differenzen in Wuchshöhe, Dichte und Farbgebung der Pflanzen, die sich als sogenannte „Bewuchsmerkmale" (*cropmarks*) abzeichnen. Diese sind primär von den Faktoren Boden, Klima und Vegetation abhängig.

Faktor Klima

Wie bereits bei der Beschreibung der Lithosphäre dargelegt, wird nach einem Regen oder künstlicher Bewässerung das Wasser durch Verdunstung, Aufnahme durch Pflanzen, Versickerung und Drainage aufgebraucht. Der Größenfaktor dieser sogenannten „potenziellen Transpiration" lässt sich anhand von Modellen und entsprechend zur Verfügung stehender Daten schätzen (siehe dazu (Scollar et al. 1990, 58–66); aktuelle Werte finden sich z. B. auf den Webseiten des Deutschen Wetterdienstes: (www.agrowetter.de <September 2012>).

Ist die Transpiration größer als die zugeführte Wassermenge, so kommt es zu einem „Defizit an Bodenfeuchte" (*soil moisture deficit* – SMD). Je nach Pflanzenart und Phase des Wachstums erzeugt dieses für die Pflanze früher oder später „Stress". Derrick Riley konnte in Großbritannien

beobachten, dass eine Reaktion von Getreide in der Regel 7 bis 10 Tage nach dem Einsetzen eines SMD von 100 mm eintrat (Riley 1979, 31). Die Art der Reaktion fällt unterschiedlich aus, zumeist versuchen die Pflanzen jedoch, ihre Wurzeln tiefer zu verlegen, um dort eventuell vorhandene Feuchtigkeitsreserven aufschließen zu können. Hierbei sind Pflanzen im Bereich einer wiedergefüllten archäologischen Störung im Vorteil. Sie können aufgrund der höheren Feuchtigkeit noch weiterwachsen, was zu größerer Höhe, einem intensiveren Grünton und späterer Reife im Unterschied zu den Nachbarpflanzen führt. Bei Pflanzen über einer verborgenen Mauer ist das Gegenteil der Fall: Sie stellen ihr Wachstum bei geringer Höhe ein, werden früher reif und unterscheiden sich weiters durch eine intensivere Gelbfärbung (vgl. Abb. 69). Derrick Riley hat diese beiden unterschiedlichen Kontraste mit den Termini *„positives* bzw. *negatives Bewuchsmerkmal*" bezeichnet (vgl. Riley 1946, 5). Ein positives Bewuchsmerkmal ist demnach dann gegeben, wenn Pflanzen bessere Wachstumsbedingungen vorfinden, negativ nennt man das Merkmal dann, wenn die Pflanzen ein geringeres Wachstum aufweisen oder bisweilen überhaupt nicht aufgehen.

Faktor Boden

Korngrößenverteilung und Porenvolumen (je feinkörniger, desto mehr Feuchtigkeit kann gebunden werden), chemische Unterschiede (Nährstoffe) sowie der pH-Wert sind die wichtigsten Kriterien in Bezug auf den Boden. In den meisten Fällen haben Pflanzen über mit feinerem und humosem Material gefüllten Gräben oder Gruben ein größeres Feuchte- und Nährstoffreservoir zur Verfügung.

Es gibt eine große Bandbreite von Nährstoffen, welche das Wachstum einer Pflanze beeinflussen können. Der bei Weitem wichtigste ist Stickstoff (N), welcher für den Aufbau der organischen Substanz verantwortlich ist (Geisler 1988, 158, Tab. 2.72 und 164). Während die meisten anderen Nährstoffe innerhalb der obersten Bodenschichten bis in eine Tiefe von etwa 30 cm vorkommen, kann Stickstoff auch in tiefere Schichten geschwemmt werden (Jones, Evans 1975, 4). Da – wie bereits bei den Feuchtigkeitsmerkmalen erwähnt – Graben- und Grubenfüllungen wie Drainagen wirken, also vermehrt Feuchtigkeit in tiefere Zonen ableiten, könnte dies mit ein Grund sein, weshalb dort mehr Nährstoffe vorhanden sind als im ungestörten Boden vergleichbarer Tiefe.

In Bezug auf die Korngrößenverteilung der Sedimente ist zu beachten, dass Pflanzen nur jene Feuchtigkeit und die darin gelösten Nährstoffe tatsächlich nutzen können, welche in Poren zwischen 2 und 10 µm gelagert ist. Sind die Poren zu klein, hat die Pflanze nicht genug Saugkraft. Sind sie zu groß, versickert das Wasser (Glawion 2007b, 420). Generell haben sandige Böden einen geringeren Nährstoffgehalt als tonreiche Böden. Bei Letzteren ist jedoch durch die hohe Adsorptionskraft der Bodenpartikel die hohe Feuchtigkeit nicht für die Pflanzen verfügbar. Daher sind die etwas gröberen lehmigen Böden (Lehm ist ein Gemisch aus Ton (15 – 45 %), Schluff (15 – 70 %) und Sand – vgl. Ahnert 1996, 112) am fruchtbarsten, da sie ihren Nährstoffreichtum auch über das Wasser an die Pflanzen weitergeben (Geisler 1988, 155). Diese Böden können größere Wasserreserven an sich binden, welche den Pflanzen im Falle eines SMD zur Verfügung stehen. Deshalb gelten sie in der Luftbildarchäologie als „schwierige" Böden:

„In summary, 'difficult' soils for recording crop marks and patterns are those in arable areas which are deep and hold large soil moisture reserves … This reserve can be released to the crop during spells of dry weather" (Evans 2007, 19).

Dies führte vielerorts dazu, dass Gebiete mit lehmigen Böden kaum beflogen wurden, da sie weniger gute Resultate erbringen (Mills, Palmer 2007a; Grady 2007, 37 ff.). Die geringere Befliegungsintensität verstärkt jedoch die in der Archäologie verbreitete Annahme, dass in solchen Regionen anscheinend weniger gesiedelt wurde und kann somit in einem Zirkelschluss enden (vgl. Kiarszys et al. 2007).

Da sandige und schotterige Böden rascher austrocknen, zeigen sich dort erwartungsgemäß die meisten und deutlichsten Bewuchsmerkmale, die auch sehr rasch auftreten können (Braasch 2005, 29). So waren bei einer Untersuchung in den 1970er Jahren in England von 62 Fundstellen, die als Bewuchsmerkmal ausgeprägt waren, 59 auf Schotterböden gelegen (Jones, Evans 1975, 7). Dennoch ist – wenn wir auf die Untersuchungen von Gustav Strunk-Lichtenberg zurückgreifen (vgl. Kapitel 10.4.2.3) – die Tiefe des Bodens und die darunterliegende Geologie ein wichtigerer Faktor als die Bodenart. In den obersten 50 cm ist der Unterschied in Bezug auf Feuchtigkeit und Nährstoffe zwischen ungestörtem Boden und etwa Grabenfüllung nicht besonders ausgeprägt – und zwar egal, um welche Bodenart es sich handelt (Jones, Evans 1975, 3; Evans 2007, 26). Erst darunter sind die Unterschiede mitunter deutlich und unterstützen die Ausbildung von Bewuchsmerkmalen. Diese Beobachtung hat einige Konsequenzen:

Wichtig sind die Tiefe des Bodens und die Art des anstehenden C-Horizontes (vgl. auch Riley 1983, 72). Wenn dieser aus gut entwässerndem Schotter besteht, sind die Chancen für Bewuchsmerkmale besonders gut. Im Fall von Löss sind die Chancen viel schlechter. Auch die Geschwindigkeit, mit der sich Merkmale ausbilden, hängt davon ab (Wilson 2000, 69).

Im Fall von Mauern kehrt sich diese Situation oft um: Sie zeigen z. B. im Löss einen großen Unterschied zur Umgebung, während sie auf steinigem Untergrund nur schlechte Kontraste abgeben.

Die Tiefe des Bodens kann sich mit dem Geländerelief oder aufgrund von erosiven Prozessen kleinräumig verändern. Deshalb ist eine höchst unterschiedliche Ausprägung von Bewuchsmerkmalen auf ein und demselben Feld häufig. Manchmal kann man z. B. positive Bewuchsmerkmale nur in kleinen Ausschnitten, sogenannten „Sichtfenstern" erkennen (Abb. 61).

Vor allem positive Bewuchsmerkmale zeigen sich in der Anfangsphase meist aufgrund von Unterschieden im



Abb. 61: Wampersdorf, NÖ. Häufig sind Bewuchsmerkmale aufgrund der unterschiedlichen Bodentiefe nur innerhalb kleinerer Bereiche eines oder mehrerer Felder zu sehen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 62: Leobersdorf, NÖ. Getreidefeld mit detaillierten Spuren neolithischer Hausgrundrisse sowie eines Pfostenbaus und eines ehemaligen Windschutzgürtels (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 63: Rothenseehof, NÖ. Im Raps gezeichnete Grubenhäuser und Siedlungsgruben (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Nährstoffangebot. Erst später, nach Einsetzen eines Defizits an Bodenfeuchte, sind die Feuchtigkeitsreserven in den Gruben- und Grabenfüllungen von Bedeutung.

Faktor Vegetation

Im Prinzip können alle Pflanzen Bewuchsmerkmale anzeigen. Insofern ist der deutsche Begriff Bewuchsmerkmal eine bessere Beschreibung des Indikators als die englischen *cropmarks* (*crop* = Feldfrucht). Je nach Pflanzenart ergeben sich zum Teil erhebliche Unterschiede, was den Zeitpunkt, die Detailliertheit und die Deutlichkeit des Bewuchsmerkmals betrifft. Ein prinzipieller Unterschied besteht in der „Zeiggenauigkeit" einer Pflanze. Ein Getreidefeld hat einen dichten Wuchs und wird deshalb ein besseres, schärferes Bild erzeugen als z. B. Mais oder die in größerem Abstand voneinander gepflanzten Rüben.

Allgemein gilt *Getreide* als der beste Indikator für unter dem Boden Verborgenes: Es wird großflächig angebaut, hat eine gute Zeigegenauigkeit und reagiert sensibel auf Feuchtigkeitsveränderungen. Gerste wird in der Literatur als die beste Frucht für Bewuchsmerkmale bezeichnet (Riley 1979, 30). Auch Weizen, Hafer und Roggen zeigen die sich im Boden befindenden archäologischen Strukturen gut an. Unter entsprechenden Bedingungen können Bewuchsmerkmale im Getreide exzellente Indikatoren sogar feinster archäologischer Strukturen sein. So lassen sich des Öfteren Hausgrundrisse und Pfostensetzungen im Getreide deutlich erkennen (Abb. 62). Verhältnismäßig früh im Jahr bilden sich Bewuchsmerkmale in *Raps* (Abb. 63) aus. Er benötigt jedoch ein trockenes Frühjahr (Riley 1987, 30).

Auch in anderen Feldfrüchten können für den Archäologen brauchbare Bewuchsmerkmale beobachtet werden. Hülsenfrüchte (z. B. *Erbsen*) gelten als gute Indikatoren. Sie zeigen archäologische Strukturen an, diese sind aber aufgrund der Wuchsform nicht so deutlich wie im Getreide zu erkennen (Riley 1979, 29). Auf Abb. 64 kann man den Grundriss einer römischen Villa bei Pöttsching erkennen, welcher sich auf unterschiedlichem Bewuchs zeigt (von links nach rechts): Saatweizen, Nacktweizen,

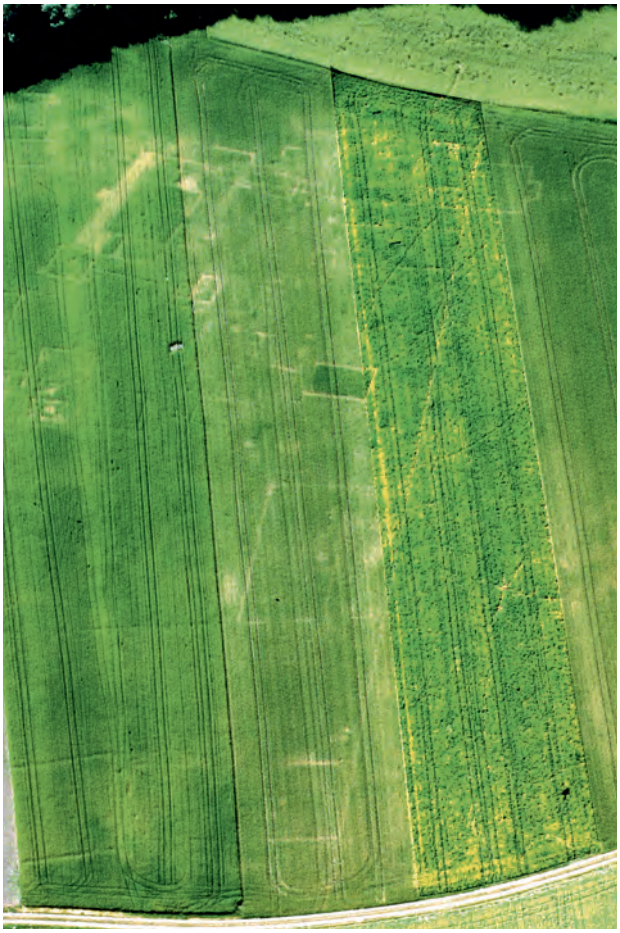


Abb. 64: Pöttsching, NÖ. Römische Villa, welche sich in unterschiedlichen Feldern zeigt. Von links nach rechts: Saatweizen, Nacktweizen, Erbse und Nacktweizen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 65: Gersdorf, Stmk. Kreisförmiges Gräbchen einer Bestattung in einem Maisfeld (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 66: Pöttsching, NÖ. Kreisgrabenanlage in Zuckerrüben (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 67: Winden am See, Bgld. Spuren eines Gebäudes auf einer Grasfläche (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 68: Oslip, Bgld. Neben den Tennisplätzen zeigen sich zahlreiche Grubenhäuser in einem mit Brache bestellten Feld (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

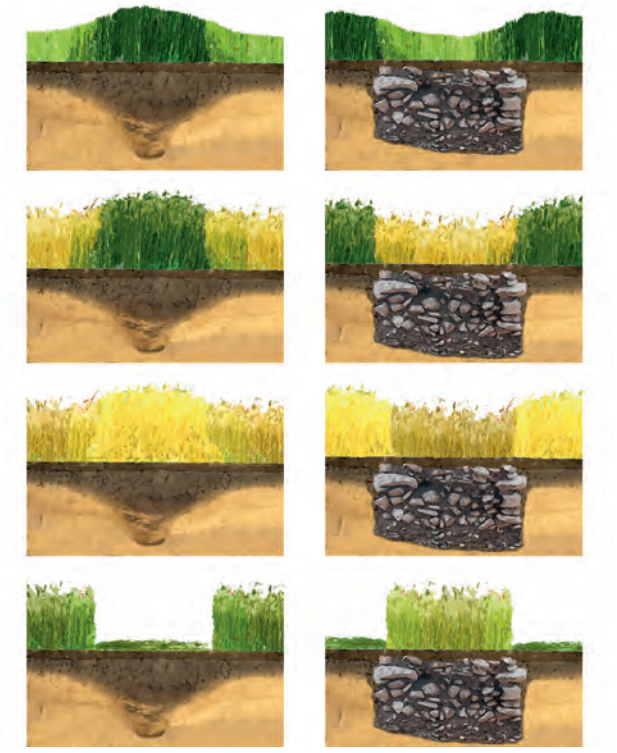


Abb. 69: Schema der Entwicklung von Bewuchsmerkmalen (© Thomas Pertlwieser).

Erbse und Nacktweizen. Die Mauern zeigen sich in Erbsen allerdings nicht so deutlich.

In den letzten Jahren konnten aufgrund von Projekten im Leithagebiet etwas südlich von Wien sowie in der südlichen Steiermark auch Bewuchsmerkmale in *Mais* beobachtet werden. Mais wird in manchen Gegenden über große Flächen angebaut. Er beginnt spät zu wachsen, was die Bodenerosion verstärkt, da die Bodenoberfläche über einen längeren Zeitraum vegetationslos bleibt und den Kräften von Wind und Wasser schutzlos ausgesetzt ist. Vor allem im jungen Mais konnten zum Teil ausgezeichnete Bewuchsmerkmale dokumentiert werden. Trotz relativ weit auseinanderstehender Maispflanzen lassen sich Gruben, Gräbchen oder Grubenhäuser mitunter sehr deutlich abgrenzen (Abb. 65).

Zuckerrüben gelten prinzipiell als guter Anzeiger von Veränderungen im Boden (Riley 1979, 29). In Österreich konnte beobachtet werden, dass vor allem die jungen Rüben luftbildarchäologisch gute Ergebnisse bringen können. In Abb. 66 zeigt sich eine mittelneolithische Kreisgrabenanlage bei Bad Sauerbrunn. Der Großteil der Anlage liegt in einem Feld mit Zuckerrüben. Die Detailliertheit ist dabei erstaunlich hoch: Sogar Palisadengräbchen zeichnen sich deutlich ab.

Gras und Weideland sind sehr problematisch. Bewuchsmerkmale zeigen sich dort in erster Linie aufgrund von Kuhfladen und Wiesenchampignons (sog. Hexenringe). Dennoch kann es in sehr trockenen Phasen zur Ausbildung archäologischer Merkmale kommen. Vom Autor konnten dabei bislang nur die negativen Bewuchsmerkmale römischer Gebäude dokumentiert werden (Abb. 67).

In seltenen Fällen sind archäologische Bewuchsmerkmale auch in *Brache* zu erkennen. Auf Abb. 68 zeigen sich deutlich die Umrisse zahlreicher Grubenhäuser einer noch nicht datierten Siedlung.

Entwicklung von Bewuchsmerkmalen

Prinzipiell zeigen sich im Getreide die Bewuchsmerkmale in mehreren Phasen (vgl. Wilson 2000, 73 f.). Wenn nach dem Säen die ersten Pflanzen aufgehen, können bereits schwache Merkmale zu sehen sein: Pflanzen auf dunklem Boden sind aufgrund der erhöhten Wärmespeicherung bevorteilt und beginnen daher etwas früher zu wachsen. Dies konnte zum Beispiel in einem Maisfeld über einer späteisenzeitlichen Siedlung beobachtet werden (Abb. 70). Etwas später kommt es aufgrund landwirtschaftlicher Tätigkeit häufig zu sogenannten Düngemerkmalen (Abb. 71). Erst danach – je nach Trockenheit der Witterung – bilden sich die „klassischen" Bewuchsmerkmale aus. Je nach Pflanzenart und Anbaumethode ist dieser Zeitpunkt höchst unterschiedlich. Wintergetreide geht z. B. noch im Herbst auf, was zu früheren Bewuchsmerkmalen und einer entsprechend frühzeitigen Ernte führt.

Die klassischen Bewuchsmerkmale zeigen sich zuerst lediglich aufgrund von Höhenunterschieden, dann auch durch Farbkontraste. Positive Bewuchsmerkmale sind dabei zunächst als dunkelgrüne Bereiche in einer hellgrünen Umgebung zu erkennen (Abb. 72 links oben). Etwas später wandelt sich das Bild. Für einen kurzen Zeitraum, wenn das im ungestörten Bereich angebaute Getreide bereits zu reifen beginnt und die Pflanzen über den Gruben und Gräben noch genug Feuchtigkeit vorfinden, zeigen sich die positiven Bewuchsmerkmale als sehr deutlich zu erkennender Gelb-Grün-Kontrast (Abb. 72 rechts oben). Kurz vor der Ernte, wenn sämtliche Pflanzen gereift sind, kann man positive Merkmale als Hellgelb-Gelb-Kontrast erkennen (Abb. 72 links unten).

Da die Pflanzen über den archäologischen Strukturen aufgrund ihrer besseren Wachstumsbedingungen höher wachsen konnten (bis zu 30 cm Höhenunterschied sind durchaus möglich) und auch größere Ähren entwickeln ergeben sich zwei häufig beobachtete Effekte: Zum einen zeigen sich positive Bewuchsmerkmale in diesem Stadium als helleres Gelb (Abb. 72 links unten), da die größeren Ähren mehr Licht zu reflektieren scheinen. Dies kann vor allem bei Benutzung von Schwarz-Weiß-Aufnahmen dazu füh-



Abb. 70: Prellenkirchen, NÖ. In einem Maisfeld zeigen sich die ersten Pflänzchen über den Bereichen ehemaliger Grubenhäuser (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 71: Ausgeprägte Düngemerkmale (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

ren, dass sie mit negativen Bewuchsmerkmalen verwechselt werden können. Zum Anderen werden positive Merkmale aufgrund ihrer längeren Stängel und schwereren Ähren durch Wind oder Regen umgeknickt, wodurch sie zwar leicht erkannt, aber bei zu großer Distanz und schlechter Auflösung des Bildes ebenfalls mit negativen Merkmalen verwechselt werden können. Die beiden Bilder von Abb. 73 wurden von derselben Fundstelle im Bezirk Bad Radkersburg gemacht. Das linke Bild zeigt die klassischen positiven Bewuchsmerkmale von Gruben. Im etwa 3 Wochen später angefertigten rechten Bild sind große Teile des Getreides umgeknickt, darunter auch exakt jene Halme, welche sich über den Gruben befinden.

Negative Bewuchsmerkmale ergeben sich durch spärliches bis nicht vorhandenes Wachstum. In ähnlicher – allerdings umgekehrter – Weise zeigen sie sich zunächst als hellgrüne Bereiche in einer dunkleren Umgebung, dann als Gelb auf Grün (Abb. 74), um später durch eine intensivere, dunklere Gelbfärbung auf hellgelbem Hintergrund sichtbar zu bleiben (Abb. 75). Durch Wind und Regen werden sie, da sie kürzer und „stämmiger" sind, in der Regel nicht gebrochen, wohl aber das Getreide in ihrer Umgebung. O. Braasch bemerkt, dass sich seiner Erfahrung nach negative Bewuchsmerkmale nur dann ausbilden, wenn die Oberkante einer im Boden verborgenen Mauer nicht tiefer als 60 cm unter der Erdoberfläche liegt (Braasch 2005, 31).

Zusammenfassend ist von Bedeutung, dass Bewuchsmerkmale auf zwei Arten sichtbar werden:

Aufgrund des **Höhenunterschieds**, der aufgrund unterschiedlichster Faktoren alle Abstufungen von extrem schwach ausgeprägt bis zu deutlich sichtbar zeigen kann.

Aufgrund eines **farblichen Kontrastes**, der je nach Zeitpunkt zwischen Hellgrün/Dunkelgrün, Gelb/Grün und Hellgelb/Dunkelgelb variieren kann.

Faktoren der Erkennung

Der Faktor Boden gibt die Bedingungen für die prinzipielle Ausbildung von Bewuchsmerkmalen vor. Die Bodenart verändert sich über die Jahre nur unwesentlich. Dadurch gibt es in Abhängigkeit von vorherrschender Geologie und Böden relativ stabile qualitative und quantitative Unterschiede zwischen einzelnen Regionen, was Vorkommen und Deutlichkeit von Bewuchsmerkmalen betrifft. Klima und Vegetation (gemeint sind hier die ackerbaulich genutzten Pflanzen) sind hingegen extrem variabel und somit jene Faktoren, welche für die unterschiedliche Ausprägung von Merkmalen in einer Region verantwortlich sind. Der Zeitpunkt einer Befliegung ist aus diesem Grund wichtig. Dieser kann regional höchst unterschiedlich sein. Die Erfahrung zeigt, dass es kein Jahr ohne Bewuchsmerkmale gibt – selbst in extrem verregneten Jahren zeigen sich diese, wenn auch nicht so deutlich. Mitunter gibt es jedoch auch kleinräumige Unterschiede.

Ein wichtiges Kriterium für die gute Erkennbarkeit von Bewuchsmerkmalen ist auch die Blickrichtung. Hat man die Sonne im Rücken, so zeigen sich die Farbkontraste am deutlichsten. Beim Blick in Richtung Sonne sind wiederum die Schatten am besten zu erkennen. Bewuchsmerkmale, welche sich nur aufgrund ihres Wuchshöhenunterschiedes zeigen, kann man daher nur gegen die Sonne fotografieren. Jene Merkmale, die sich sowohl aufgrund von Wuchshöhe als auch farblichen Kontrast zeigen, sollte man mit dem



Abb. 72: Hanfthal, NÖ. Grubenhäuser einer ausgedehnten, mehrphasigen Siedlung. Links oben: Grün-Grün-Kontrast, rechts oben: Grün-Gelb-Kontrast, links unten: Gelb-Gelb-Kontrast (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

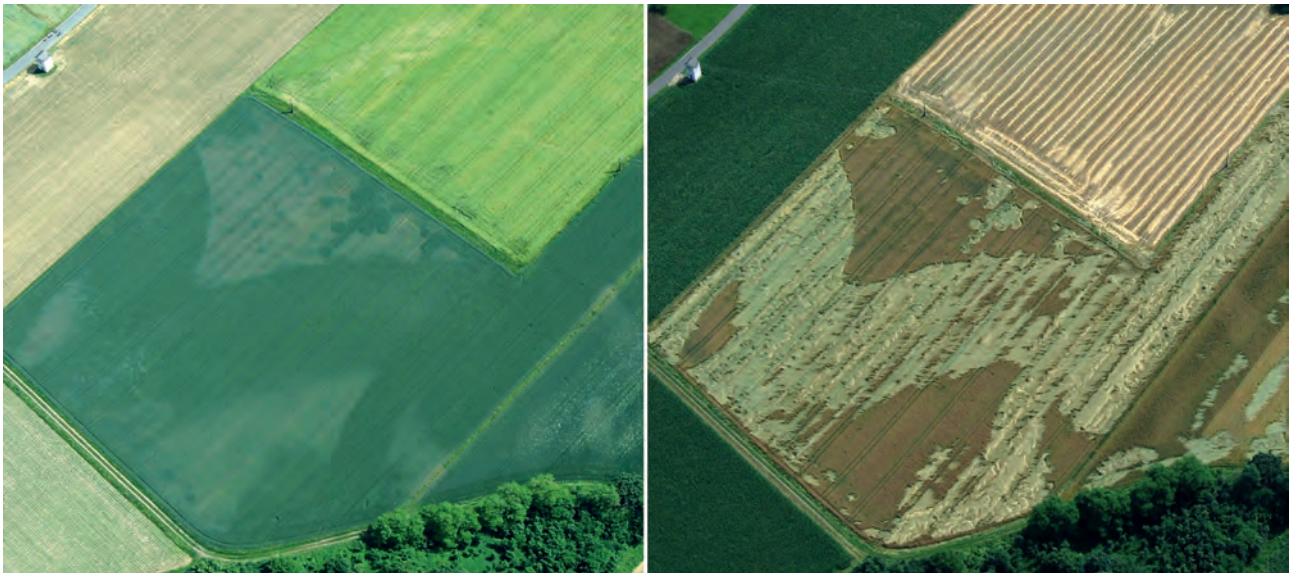


Abb. 73: Hummersdorf, Stmk. Die Getreidepflanzen, welche Ende Mai noch positive Bewuchsmerkmale ausgebildet hatten sind Ende Juni durch heftigen Wind und Regen umgebrochen und zeichnen die Siedlungsgruben noch gut nach (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Flugzeug umkreisen und möglichst aus beiden Richtungen fotografieren. In jedem der Bilder wird man dann unterschiedliche Details der angezeigten Strukturen besser oder schlechter erkennen (Abb. 76). In Kombination enthalten sie die meiste Information.

Dieser Umstand hat jedoch noch eine andere, viel wichtigere Implikation: Strukturen, welche durch Bewuchsmerkmale angezeigt werden, können, wenn sie man aus der in Bezug zur Sonne falschen Richtung sucht, oft nicht erkannt werden und bleiben somit undokumentiert. Deshalb



Abb. 74: Carnuntum, NÖ. Ausschnitt aus der Lagerstadt. Im linken Feld zeigen sich die Mauern und Straßen als Grün-Grün-Kontrast, während im Feld rechts davon bereits Gelb-Grün-Kontraste erscheinen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 75: Carnuntum, NÖ. Ausschnitt aus der Lagerstadt. Die Mauern und Straßen zeigen sich als Gelb-Gelb-Kontrast (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

ist es bei systematischen Befliegungen wichtig, ein Gebiet möglichst aus beiden Blickrichtungen zu erkunden. Eine weitere Schwierigkeit kann sich bei Bewuchsmerkmalen aus der Flureinteilung einer Region ergeben. In vielen Regionen werden auf benachbarten Feldern unterschiedliche Pflanzen angebaut. Dies führt vor allem dort, wo die einzelnen Ackerflächen klein sind, zu sehr unterschiedlichen Bedingungen für Bewuchsmerkmale. Fundstellen zeigen sich in diesen Gebieten oft nur ausschnittsweise. Ein Beispiel aus Trausdorf im Burgenland demonstriert dies sehr deutlich. Je nach angebauter Feldfrucht lassen nur einige der langen, schmalen Äcker Bewuchsmerkmale von kreisförmigen Gräbchen eines Gräberfeldes sichtbar werden. Erst nach mehreren Jahren kann man – sofern über die Jahre hinweg alle Felder mit

entsprechend anzeigenden Pflanzen bestellt wurden – in solchen Fällen zu einem Gesamtbild der strukturellen materiellen Hinterlassenschaft gelangen (Abb. 77).



Abb. 76: Sigleß, Bgld. Quadratisches Fundament, als negatives Bewuchsmerkmal mit Gelb-Gelb-Kontrast. Links: Blickrichtung mit der Sonne im Rücken. Rechts: Blickrichtung zur Sonneneinstrahlung (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Faktoren der Interpretation

Wie bereits weiter oben erwähnt, spricht man je nach Wachstum der Pflanzen von einem positiven (Pflanzen wachsen besser) oder negativen (schlechtes bis verkümmertes Wachstum) Bewuchsmerkmal. In der Regel verbindet man ein positives Bewuchsmerkmal mit darunter gelegenen Gräben und Gruben, ein negatives mit Mauern und Straßen. Dies muss aber nicht immer der Fall sein: Auch Gräben können mit im Unterschied zur Umgebung kompakterem Material gefüllt sein, und sich dadurch als negatives Bewuchsmerkmal zeigen. Dieses Phänomen konnte zum Beispiel an der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Strögen beobachtet werden (Abb. 78). Ein positives lineares Merkmal muss auch nicht immer als Graben interpretiert werden. Sie kann auch von einem beraubten Mauerfundament stammen (wobei es sich dann streng genommen sehr wohl um einen Graben handelt).

Auf eine paradox anmutende Situation konnte O. Braasch aufmerksam machen. Bei Pocking/Hartkirchen



Abb. 77: Trausdorf, Bgld. Bestattungsplatz, welcher aufgrund der schmalen Parzellierung und dem damit verbundenen uneinheitlichen Bewuchs nur ausschnittsweise Bewuchsmerkmale zeigt (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 78: Strögen, NÖ. Mittelneolithische Kreisgrabenanlage, deren Gräben sich in einem Erbsenfeld als negative Bewuchsmerkmale zeigen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

zeigte sich der Graben einer latènezeitlichen Viereckschanze zunächst als positives Bewuchsmerkmal, um dann einen Monat später als negativer Kontrast in Erscheinung zu treten (Braasch 1985a). Eine Erklärung dafür bieten H. Stanjek und J. Faßbinder an (Stanjek, Fassbinder 1996, 254): Aufgrund der großen Biomasse in den als positives Merkmal sichtbaren Pflanzen wurde die im Graben enthaltene Feuchtereserve im Endeffekt schneller aufgebraucht. Dies führte in der Folge zur Ausbildung negativer Bewuchsmerkmale.

Bewuchsmerkmale gelten als die besten und deutlichsten Hinweise auf verborgene Strukturen. Auch wenn sich Getreidewurzeln größtenteils in einer Tiefe von 30 oder 40 cm befinden, können einzelne Pflanzenwurzeln sehr tief in den Boden eindringen. Im niederösterreichischen Horn konnten in Kalkbraunerdeböden durchschnittliche Wurzeltiefen des Winterweizens von 1,4 m gemessen werden (Kutschera 1960, 123). Dies erklärt die Ergebnisse von Gustav Strunk-Lichtenberg, dass Pflanzen auch dann Bewuchsmerkmale entwickeln, wenn sich Unterschiede zwischen Füllmaterial und ungestörtem Boden erst in einer Tiefe von 0,7 m zeigen. Dies bedeutet zudem, dass in Abhängigkeit von der Wurzeltiefe eine Pflanzenart auch dann archäologische Strukturen anzeigen kann, wenn diese von einem Kolluvium verschüttet sind. Andererseits können Bewuchsmerkmale bei starker Erosion oft schlecht ausgeprägt bis gar nicht sichtbar sein (Scollar et al. 1990, 52; Wilson 2000, 84).

David Wilson macht noch auf einen weiteren wichtigen Umstand aufmerksam (Wilson 2000, 84): Bewuchsmerkmale zeigen auch archäologische Strukturen, deren Füllungen sich optisch nicht vom umgebenden Sediment unterscheiden. Dies ist zum Beispiel bei vielen Gräberfeldern der Fall, wo bei einer Ausgrabung die Umrisse der Grabgruben nur mit Mühe erkannt werden können, obwohl sie im Luftbild deutlich sichtbar waren.

10.4.3 Der Blick von oben

Alle besprochenen Sichtbarkeitsmerkmale können auch vom Boden aus wahrgenommen werden. Beobachtungen von Färbungen der Bodenoberfläche lassen sich etwa bei systematischen Begehungsprojekten kartieren. Geht man an einem beliebigen Tag im Frühsommer entlang von Getreidefeldern, kann man in diesen Wuchshöhenunterschiede sowie farbliche Änderungen der Halme und Ähren mitunter deutlich erkennen (Abb. 79). Von dieser bodennahen Perspektive lassen sich jedoch in der Regel keine Aussagen darüber machen, ob bzw. welche Strukturen diesen veränderten Farben, Helligkeitsabstufungen und Höhenunterschieden zugrunde liegen. Die Form ihres Grundrisses lässt sich ebenso wenig erkennen, wie Bezugswinkel, mögliche parallele Linienführungen oder ihr Zusammenhang, kurzum das Muster, welches sie an der Erdoberfläche abbilden.

Erst von einem erhöhten Standpunkt aus werden die Zusammenhänge klarer erkennbar und ein Muster beginnt sich abzuzeichnen. Je höher der Standpunkt, desto deutlicher wird dies, da irrelevante Details ausgeblendet und durch die Informationsreduktion das Wesentliche besser wahrgenommen werden kann (Scollar et al. 1990, 29) (vgl. Kapitel 10.4.5.1). So beginnt man, einen „Sinn“ in den am Boden



Abb. 79: Carnuntum, NÖ. Links: Vom Boden aus gesehen kann man Unebenheiten im Bewuchs des Getreides erkennen, sie jedoch nicht interpretieren. Rechts: erst aus der Luft lassen sich die Unterschiede deuten. Der Pfeil markiert Position und Blickrichtung des linken Bildes (© Michael Doneus).

als wirr und zusammenhanglos erschienenen Formationen zu erkennen. Farbunterschiede werden zu Linien, welche wiederum Umrisse formen, die man je nach Vorwissen und Intuition als Gebäude, Straßen oder Umfassungsmauern interpretieren kann (Abb. 79, rechts).

Gleichgültig, ob die Wahrnehmung in der Luft anhand der Erdoberfläche oder im Büro anhand eines Luftbildes stattfindet, es gilt diese Muster zu erkennen und als archäologisch relevant zu interpretieren. Auch wenn dies ein höchst individueller, subjektiver Akt ist, so hat die Geschichte der Luftbildarchäologie deutlich gezeigt, dass diese Methode äußerst erfolgreich ist.

In der postprozessualen Literatur zur Landschaftsarchäologie wird die „Ausblendung" des Individuums durch das Luftbild kritisiert. Der Blick von oben sei ein „being everywhere at once and nowhere in particular" (Ingold 1993, 155). Luftbilder seien Illustrationen, welche „Distanz" erzeugen. Die Landschaft wird in einer Perspektive wiedergegeben, die dem prähistorischen Menschen fremd wäre (Thomas 1993, 25). Ähnlich argumentiert Matthew Johnson. Er erkennt in der Benutzung von Luftbildern ein Relikt des Romantizismus. Der Mensch verliere in der distanzierten Betrachtungsweise seine Bedeutung:

„…we are seduced by the aesthetic appeal of the scene laid out before us in our elevated position, and turn it into a spectacle rather than regard it as an arena for human action. Human beings are either absent entirely, or become ant-like figures in the background; their homesteads and crofts have either been destroyed long ago, or only survive in the fine detail" (Johnson 2007, 93).

„From the air photo, human beings are either tiny or non-existent. Instead, the pattern of the landscape dominates and is shown off in a manner that subtly suggests that it is independent of human agency. The complex and multilayered nature of the contents of aerial photographs need, like a difficult puzzle, decoding" (Johnson 2007, 90).

Diese Kritik mag berechtigt sein, sie zielt aber an einem wesentlichen Punkt vorbei: Die von den hier angeführten Postprozessualisten kritisierte Distanz wird geschaffen, um die Spuren menschlicher Strukturen überhaupt erkennen und dokumentieren zu können. Die Kritik richtet sich wohl vielmehr gegen jene Nutzung von Luftbildern, welche ohne Interpretation als Illustration verwendet werden. Insofern ist diese Kritik berechtigt und betont die Notwendigkeit der detaillierten archäologischen Interpretation von Luftbildern. Erst diese kann es schaffen, die zur Entdeckung notwendige Distanz wieder zu überbrücken und sich dem Menschen als Ziel der Archäologie zu nähern.

Insofern bezieht sich diese Kritik auf ein Verständnis von Luftbildern und ihrer Aussage, welches auch in der luftbildarchäologischen Gemeinschaft häufig gegeben und bis heute Thema fortlaufender Debatten ist. So wird in der Luftbildarchäologie anstelle von Siedlungen, Gräbern, Gruben oder Gräben häufig von *cropmarks*, bisweilen sogar von *cropmark landscapes* gesprochen (siehe auch die Kritik Palmer 2000, 3). Durch diese Terminologie wird bewusst oder unbewusst die Distanz zur Archäologie gewahrt und die zentrale Rolle der Interpretation untergraben. Die Luftbildarchäologie wird zur bloßen Technik des Fotografierens von Sichtbarkeitsmerkmalen aus einem Flugzeug heraus.

10.4.4 Datenherstellung

Die Flugprospektion und damit verbunden die Herstellung von Luftbildern bildet den wichtigsten Teilbereich der Luftbildarchäologie. Angesichts der rasch fortschreitenden Zerstörung weiter Landstriche durch Erosion, Abbau von Schotter, Kohle etc. oder größeren Bauvorhaben ist sie die einzige Möglichkeit, die uns geblieben ist, unser kulturelles Erbe vor seiner endgültigen Zerstörung zu finden und (zumindest) zu dokumentieren. Denn erst wenn eine archäologische Fundstelle bekannt ist, können denkmalpflegerische Maßnahmen ergriffen werden. Zudem sind auch in sämtlichen weiteren Vorgehensweisen der Luftbildarchäologie Befliegungen oder zuvor hergestellte Luftbilder das grundsätzliche Arbeitsmittel.

Alle besprochenen Sichtbarkeitsmerkmale können an der Erdoberfläche im Spektralbereich des sichtbaren Lichtes, also mit unseren Augen wahrgenommen werden. Daher bedarf es keiner komplizierten Apparaturen zur Messung physikalischer Eigenschaften, um luftbildarchäologisch arbeiten zu können.

Bei der Herstellung archäologischer Luftbilder spielt vor allem der richtige Zeitpunkt eine wichtige Rolle. Je nach Art, Größe und Formation der archäologischen Struktur sowie der Landnutzung und Tiefe des Bodens kann ihre prinzipielle Sichtbarkeit von Quadratmeter zu Quadratmeter variieren. Zusätzlich präsentiert sich in Abhängigkeit von Witterung, Art der Feldfrucht und Sonnenstand ein und dieselbe Fundstelle über den Tagesablauf, innerhalb von wenigen Wochen und Jahreszeiten oder durch die Jahre hinweg mit variierender Deutlichkeit und Detailreichtum. Erstreckt sich eine Fundstelle über mehrere Felder, so ist nur in Ausnahmefällen die gesamte Ausdehnung auf einmal im Detail zu erkennen. Deshalb ist eine wiederholte Befliegung und Dokumentation für ein umfassendes Bild der materiellen Hinterlassenschaft unbedingt notwendig. Die mittlerweile jahrzehntelange Erfahrung hat also gezeigt, dass die Flugprospektion ihr volles Potenzial erst bei systematischen, wiederholten Befliegungen weiter Landstriche ausschöpfen kann. So konnte allein O. Braasch bis 1995 über 47.000 Fundstellen in Deutschland aus der Luft ausfindig machen (Braasch 1996, 16 und Abb. 1).

Prinzipiell unterscheidet man zwei Arten von Luftbildern: Senkrecht- und Schrägaufnahmen. Der Hauptunterschied liegt, wie bereits die Benennung zeigt – in der unterschiedlichen Blickrichtung. Auch wenn beide Arten von Aufnahmen in der Luftbildarchäologie Verwendung finden, sind abgesehen von ihren unterschiedlichen Perspektiven auch der eigentliche Zweck, das prinzipielle Motiv, die verwendete Technologie, die Art der Befliegung, die Kartierungsgenauigkeit und die Aussagemöglichkeiten unterschiedlich. Über den Wert vor allem von Senkrechtaufnahmen wurde lange Zeit zum Teil heftig debattiert (vgl. weiter unten).

10.4.4.1 Schrägaufnahmen

Schrägaufnahmen beziehungsweise deren Herstellung gelten als wichtigste Stufe des luftbildarchäologischen Prozesses. Wichtig ist dabei ein archäologisch geschulter Pilot oder Mitflieger, die mit „bloßen" Augen archäologische Spuren aus dem Flugzeug heraus suchen, identifizieren und aus dem Seitenfenster des Flugzeuges heraus mit der Kamera (meist Kleinbild oder Mittelformat) auf Film oder digitalen Sensor dokumentieren. In den meisten Fällen werden dabei einmotorige Hochdecker (z. B. Cessna 172) verwendet. Beim Hochdecker sind die Flügel oberhalb der Kabine angebracht. Dadurch hat man das gesamte Sichtfeld nach unten frei. Beim Tiefdecker sitzt die Kabine auf den Flügeln, wodurch das Sichtfeld stark eingeschränkt ist. Nähere Informationen zu praktischen Aspekten der Durchführung finden sich in zahlreichen Publikationen (u. a. Braasch 2005, 42 ff., 1992; Musson 1995; Pickering 1995; Crawshaw 1995; Riley 1987, 41 ff.).

Der große *Vorteil* dieser Art der Bildherstellung ist, dass während der Dokumentation Blickwinkel, Brennweite, Flughöhe, Anzahl und Richtung der Überblicks- und Detailaufnahmen sowie Aufnahmesensor in Abhängigkeit von der Fundstelle variiert werden können. Dadurch liegt ein optimales Ergebnis die für die spätere Interpretation vor. Die Herstellung von Schrägaufnahmen kann flexibel betrieben werden, d. h., man hat die Möglichkeit, je nach Wetter- und Witterung kurzfristig Gebiete zu befliegen und je nach Ergiebigkeit mehr oder weniger intensiv zu untersuchen. Zudem werden die im Vergleich geringen Kosten sowie die aufgrund des meist näheren Abstandes zum Objekt hohe Detailwiedergabe der Bilder als positiv bewertet.

Aufgrund der mehr oder weniger schrägen Ansicht von oben weisen Schrägaufnahmen eine unterschiedlich starke perspektivische Verzerrung auf. Diese kann vor allem bei Illustrationszwecken hilfreich sein, da die Bilder die materielle Hinterlassenschaft in ihrem landschaftlichen Kontext darstellen. Dadurch sind sie auch von Laien leicht zu verstehen. Nachteilig wirken sich die perspektivischen Verzerrungen bei der detaillierten archäologischen Interpretation der fotografierten Sichtbarkeitsmerkmale aus. In vielen Fällen ist es unmöglich, die Geometrie der Strukturen aus der Schrägaufnahme heraus zu bewerten oder lineare Anordnungen zu erkennen. Zudem kann es sich als äußerst schwierig erweisen, einzelne Gruben in zwei Aufnahmen, die aus unterschiedlichen Richtungen aufgenommen worden waren, zu identifizieren. Deshalb ist eine Entzerrung der Bilder vor einer detaillierten Interpretation notwendig.

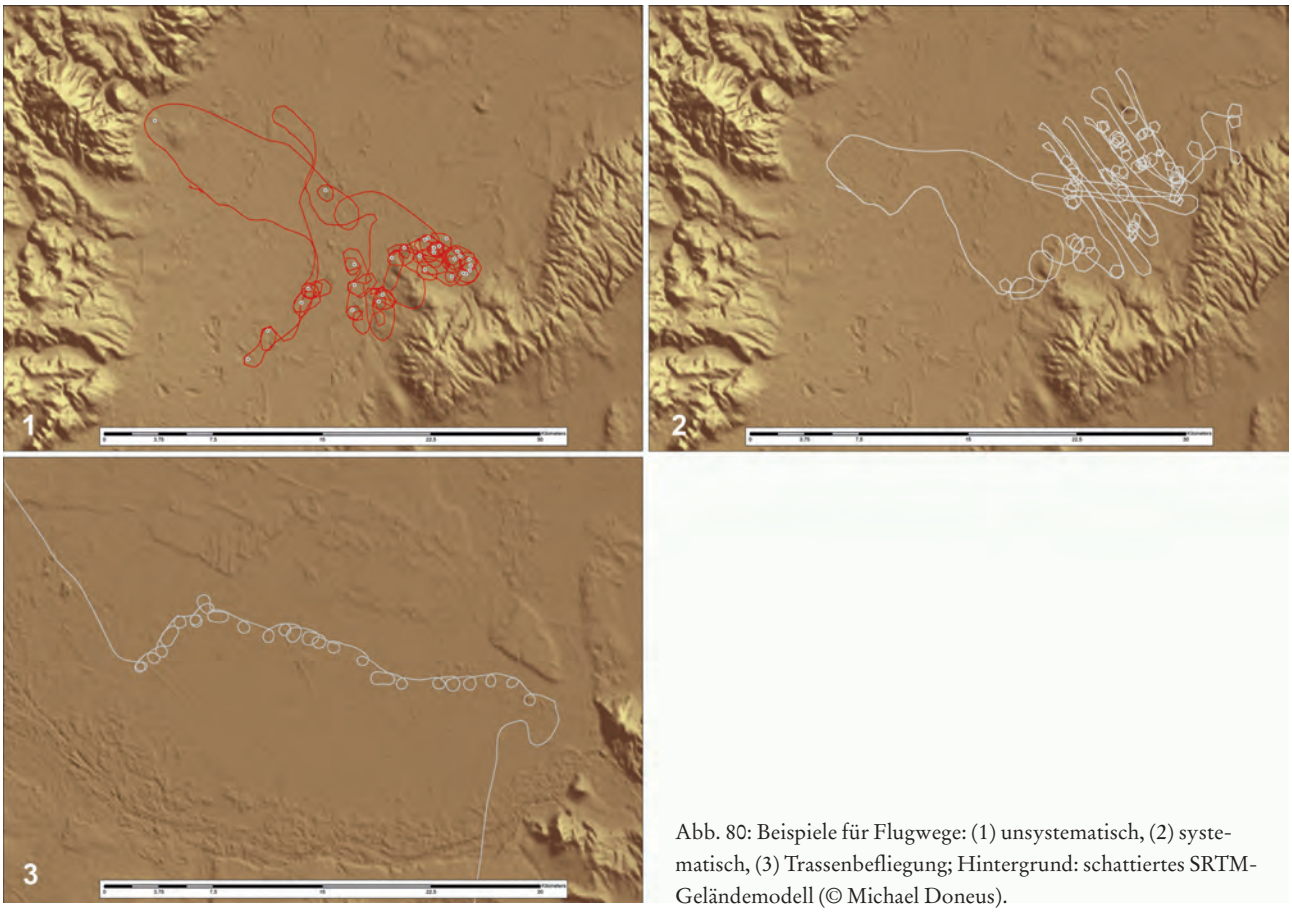


Abb. 80: Beispiele für Flugwege: (1) unsystematisch, (2) systematisch, (3) Trassenbefliegung; Hintergrund: schattiertes SRTM-Geländemodell (© Michael Doneus).

Diese ist aber im Fall von Schrägaufnahmen in der Regel schwierig und im Falle eines nicht ebenen Geländes verhältnismäßig ungenau (meist > 1 m).

Schrägaufnahmen (zumindest jene Schrägaufnahmen, die nicht von vorneherein für Illustrationszwecke geplant sind) sollten daher so hergestellt werden, dass sie für eine im Rahmen der Interpretation notwendige Entzerrung benutzt werden können. Dies bedeutet, dass ihr ästhetischer Wert nicht im Vordergrund steht. Viel wichtiger ist es, sicherzugehen, dass genügend Passpunkte (mindestens vier) um die dokumentierten Strukturen herum mit abgebildet sind. Zwar gibt es Möglichkeiten, durch Verknüpfungspunkte oder sekundäre Passpunkte auch jene Bilder in eine Entzerrung mit einzubeziehen, welche zu wenige Passpunkte aufweisen, der dafür nötige Aufwand steigt jedoch beträchtlich (Doneus 2001b). R. Palmer nennt jene Bilder, welche unter diesen Gesichtspunkten aufgenommen wurden, *„working photographs"* und unterscheidet diese von den *„illustrations"*, deren Wert er mit durch Raubgrabung entstandenen Funden vergleicht (Palmer 2005, 95).

Während der Befliegung kann jeweils nur ein kleiner Ausschnitt des Sichtfeldes tatsächlich nach Sichtbarkeitsmerkmalen abgesucht werden. Es gibt daher unterschiedliche *Strategien der Befliegung*:

Das Nachfliegen einer linearen Strecke, z. B. einer Flussterrasse, einer Straßentrasse bzw. das Abfliegen kleinerer Flächen zukünftiger Bauvorhaben. Diese Art der Befliegung findet häufig im Rahmen des Denkmalschutzes statt. Da erfahrungsgemäß nicht viel Zeit zur Verfügung steht, können in der Regel nur ein bis drei Befliegungen durchgeführt werden. Umso wichtiger ist in diesen Fällen das Vorhandensein von Ergebnissen systematischer Befliegungen mit Senkrecht- und Schrägaufnahmen, welche in einem bestehenden Archiv rasch aufgefunden und interpretiert werden können (Abb. 80/3).

Das unsystematische Befliegen ist vor allem dann gegeben, wenn man bestimmte, bereits bekannte Fundstellen abfliegen möchte, um ein Monitoring durchzuführen und eventuell neue, zuvor noch nicht gesehene Details zu dokumentieren. Manchmal finden solche Flüge statt, um das momentan gegebene Potenzial des Vorhandenseins von Sichtbarkeitsmerkmalen in einer Region zu bestimmen (Abb. 80/1).

Vor allem bei geringem Flugbudget und der Möglichkeit zur Herstellung von Senkrechtaufnahmen ist dies eine Al-



Abb. 81: Asparn/Zaya, NÖ. Barocke Gartenanlage, welche trotz mehrfacher Befliegung bisher nur ein einziges Mal aus der Luft gesichtet werden konnte (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

ternative zur systematischen Befliegung: Durch unsystematisches Monitoring kann man die vermutlich ertragreichsten Gebiete sondieren und möglichst rasch durch Senkrechtaufnahmen dokumentieren lassen. Diese Strategie wird häufig in Österreich durchgeführt, wo zwar ein meist sehr geringes Budget für Befliegungen gegeben ist, aber durch ein Kooperationsabkommen mit dem österreichischen Bundesheer die Herstellung von Senkrechtaufnahmen unter Vorgabe von Gebiet, Zeitpunkt, Maßstab und Filmmaterial möglich ist (Doneus 1995, 123 f.; Bohly 1982; Friesinger, Nikitsch 1982).

Das systematische Absuchen eines großen Gebietes (Abb. 80/2). Dies ist die typische Vorgangsweise, wenn es um landschaftsarchäologische Fragestellungen geht. Dabei wird das Gebiet in parallelen Bahnen systematisch zu 100 Prozent abgesucht. Die Bahnen werden dabei so gelegt, dass je nach zu erwartendem Sichtbarkeitsmerkmal und Sonnenstand eine ideale Erkennbarkeit der Merkmale gewährleistet ist. Da sich gerade die wichtigen Bewuchsmerkmale aufgrund von Farbunterschied und Schatten zeigen können, also sowohl der Blick zur und gegen die Sonne wichtig sein kann, werden die einzelnen Bahnen in beide Richtungen beflogen. Wird eine Fundstelle entdeckt, so wird sie umkreist und Bilder aus den für die Interpretation jeweils am besten erscheinenden Richtungen erzeugt. Unter günstigen Verhältnissen kann jedoch die Dichte der zu dokumentierenden Strukturen so groß werden, dass eine vollständige Dokumentation in Form von Schrägaufnahmen nur schwer möglich erscheint. Um daher sicherzugehen, dass bei solch günstigen Gelegenheiten alle Strukturen garantiert dokumentiert werden, hat es sich als die sinnvollste Möglichkeit erwiesen, das Gebiet zusätzlich mit Senkrechtaufnahmen dokumentieren zu lassen.

Wichtig ist außerdem, dass das systematische Befliegen einer Region wiederholt stattfindet. Die Erfahrung vor allem aus Deutschland und Großbritannien zeigt, dass dort trotz intensivster Befliegungen, welche nun bereits Jahrzehnte andauern, immer noch zahlreiche neue Fundstellen entdeckt werden können. Dies kann auch an Beispielen aus Österreich demonstriert werden. In Asparn an der Zaya konnten in dem extrem trockenen Jahr 2003 zum ersten Mal die Spuren einer barocken Gartenanlage im Bewuchs dokumentiert werden, und das, obwohl dieser Bereich seit den späten 1970er Jahren fast jährlich beflogen worden war (Abb. 81).

Auch wenn Karten noch immer das wichtigste Werkzeug bei der Navigation und Orientierung sind, hat sich bei allen Strategien der Befliegung die Verwendung eines *GPS-Empfängers* als mittlerweile unentbehrliches Werkzeug vor allem bei der Dokumentation herausgestellt. Dieses etwa handgroße Instrument kann in Echtzeit Signale von bis zu 12 Satelliten verarbeiten und daraus seine momentane Position bestimmen. Per Knopfdruck lässt sich diese auch unter einer fortlaufenden Nummer abspeichern. Des Weiteren wird der gesamte Flugweg aufgezeichnet. Somit werden die Lage der während einer Befliegung erkannten und dokumentierten Fundstellen entweder auf Karten markiert oder – falls vorhanden – per Knopfdruck im GPS-Empfänger gespeichert und später gemeinsam mit dem aufgenommenen Flugweg in ein geografisches Informationssystem (GIS) integriert.

Bei der Aufzeichnung des gesamten Flugweges wird je nach individueller Einstellung in bestimmten Abständen – meist alle 5 oder 10 Sekunden – automatisch die aktuelle Position des GPS-Empfängers gespeichert. Damit können auch jene Gebiete dokumentiert werden, in denen trotz Befliegung keine Fundstellen entdeckt wurden. Dies ist eine sehr wichtige Information für zukünftige Flugplanungen, da durch Kartierung der Flugwege im GIS jene Bereiche erkannt werden können, welche bis dato gar nicht oder kaum beflogen wurden. Zudem geben die kumulativen Flugwege auch wichtige quellenkritische Informationen: Anhand der durch Flugwege rekonstruierbaren Befliegungsdichte

lassen sich Lücken in der archäologischen Verbreitungskarte besser quellenkritisch interpretieren.

Ihr größter *Nachteil* liegt darin, dass Schrägaufnahmen ein Resultat einer zuvor stattgefundenen Interpretation sind. Dabei muss vom Archäologen sehr oft eine rasche Entscheidung gefällt werden, ob die auf der Erdoberfläche wahrgenommenen Farbkontraste oder Schatten archäologisch zu deuten sind oder nicht. Rog Palmer problematisiert dies angesichts der Tatsache, dass sich vielerorts Luftbildarchäologie fast ausschließlich auf Schrägaufnahmen stützt:

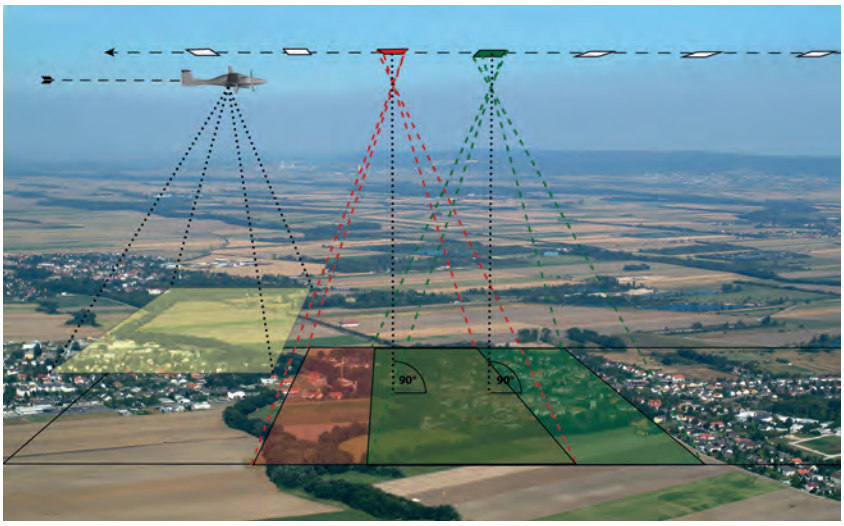


Abb. 82: Schema eines Reihenbildfluges zur stereoskopischen Dokumentation eines begrenzten Gebietes mit Senkrechtaufnahmen (Grafik: Michael Doneus nach Voss 1987, Bild 3).

„… the majority of these photographs are oblique views that have been taken after an observer's 80mph decision that the ground 1500 ft below holds something of archaeological merit or will make an otherwise pleasing view. I pose the question whether this brain in the air is what we really require to guide the principal means of data collection …" (Palmer 2005, 95).

R. Palmer nennt diese Art der Bildherstellung beobachtungsgeleitet (observer-directed photography) und unterscheidet sie von der unvoreingenommenen blockweisen Senkrechtaufnahme (unbiased block cover) (Palmer 2005, 103 und 105).

Beobachtungsgeleitete Aufnahmen sind oft tendenziös. Zum einen sind sie sehr stark vom Vorwissen der Person, welche die Beobachtung und Dokumentation durchführt, beeinflusst bzw. selektiert. Zum anderen werden – sofern keine systematisch zu prospektierenden Gebiete vorliegen – bevorzugt jene Gebiete beflogen, die sich bereits als günstig herausstellten und die daher erfolgsversprechend sind. Sie werden oft als „Honigtöpfe" (*honeypot-areas*) bezeichnet (Cowley 2002, 257 f.; Cowley, Gilmour 2005, 55). Dies führt in der Folge zu Verzerrungen in den resultierenden archäologischen Karten, wie dies zum Beispiel in England anhand der Gebiete mit schweren Böden demonstriert werden konnte (Palmer 2007). Andererseits ist es schwierig, ohne fixes Budget Befliegungen in wenig erfolgreichen Gebieten aufrechtzuerhalten, da die Geldquellen aus Mangel an Ergebnissen bald versiegen könnten (vgl. Gojda 1994, 24). David Wilson erwähnt weitere tendenziöse Praktiken (Wilson 2005a): So wird von den meisten Luftbildarchäologen vor allem Archäologisches dokumentiert und andere Informationen (etwa Geologie, Landnutzung, …), welche für eine landschaftsarchäologische Auswertung von Interesse wären, ignoriert. Vorgefasste Meinungen (etwa, dass es in bestimmten Regionen aufgrund von Böden, Entfernung zu Wasser etc. nichts Bedeutsames zu finden gäbe), oder die Tendenz, Unbekanntes zu ignorieren oder mit nur geringem Aufwand auf (zu) wenigen Bildern zu dokumentieren, tragen ebenfalls zu Verzerrungen in einem Verbreitungsbild bei.

Die Schrägaufnahme ist also das Ergebnis eines aktiven Prozesses, bei dem ein Sichtbarkeitsmerkmal durch zahlreiche Filter hindurch als archäologisch relevant wahrgenommen und auf fotografischem Weg nach Gutdünken des (archäologischen) Fotografen dokumentiert wird. In diesem Sinn ist sie von gleichem Stellenwert wie eine freigelegte Schichtoberfläche einer Grabung. Beide bedürfen einer Interpretation, für die der Herstellungskontext von großer Bedeutung ist.

10.4.4.2 Senkrechtaufnahmen

Die zweite Kategorie von Luftbildern sind die in sogenannten „Reihenbildflügen" hergestellten Senkrechtaufnahmen, wobei ein Flugzeug, an dessen Boden eine Messkamera mit Blickrichtung nach unten montiert ist, das aufzunehmende Gebiet mäanderförmig abfliegt (Abb. 82). Die Intervalle, in denen der Auslöser betätigt wird, sind dabei meist so gewählt, dass zwei benachbarte Luftbilder sich um etwa 60 Prozent überlappen. Zwei benachbarte Streifen haben meist eine Überlappung von 30 Prozent.

Bei den verwendeten Kameras handelt es sich zumeist um fotogrammetrische Messkammern, mit einem Bildformat von 23 x 23 cm (Näheres zu den zugrunde liegenden Kameras: Lillesand, Kiefer 2000, 98 ff.; Kraus 2004, 144

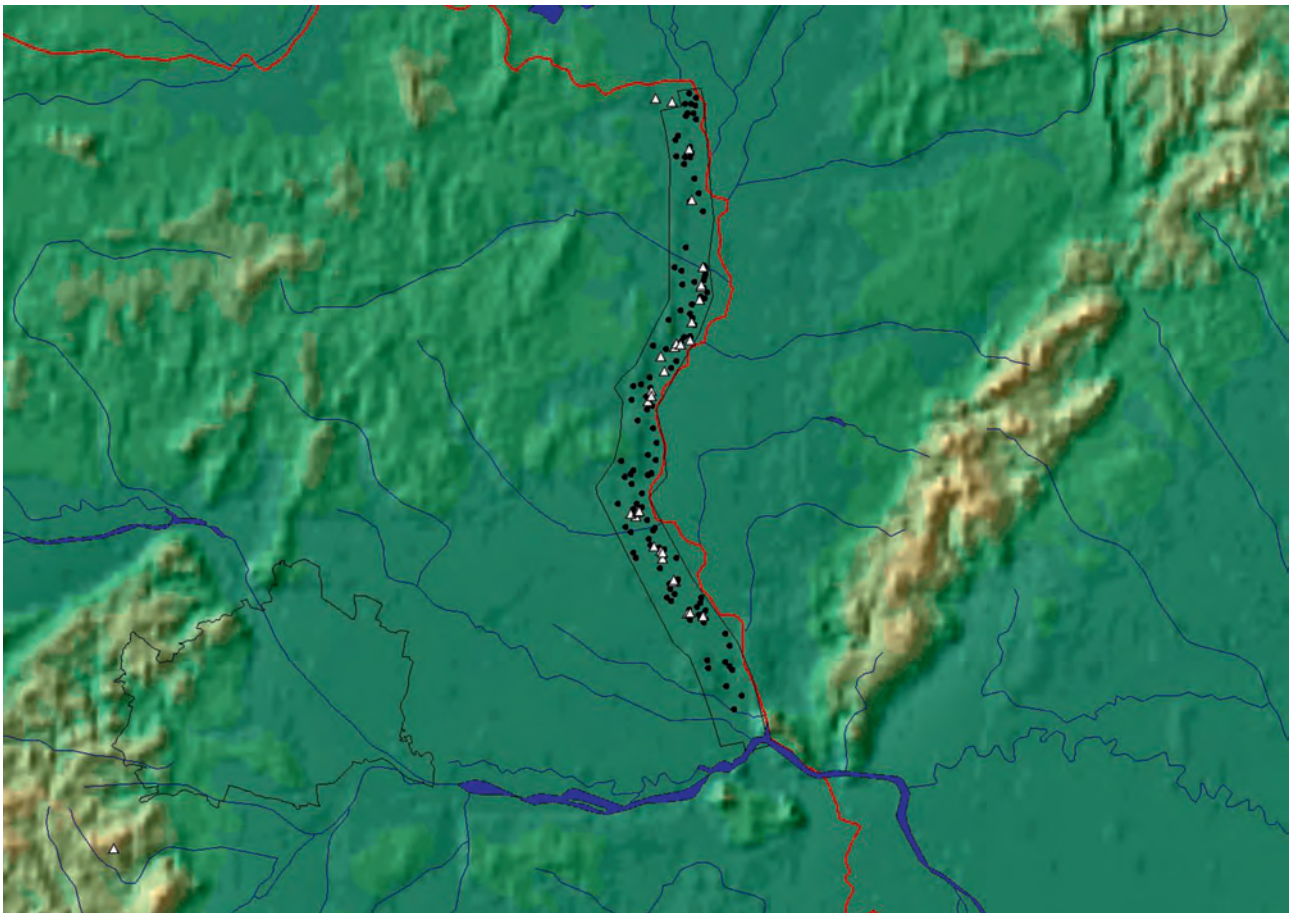


Abb. 83: Interpretation von Befliegungen vom Juni 1986 entlang der March. Weiße Dreiecke: mögliche während der Flugprospektion dokumentierte Fundstellen. Schwarze Kreise: mögliche Fundstellen aus der Interpretation eines gezielt angefertigten Reihenbildfluges (© Michael Doneus; Datengrundlage: SRTM).

ff.). Dadurch lassen sich diese Bilder mit entsprechender Hard- und Software mit hoher Genauigkeit dreidimensional auswerten. Bei einem Bildmaßstab von 1:10.000 (welcher sich für luftbildarchäologische Beobachtungen als ideal herausgestellt hat), kann man mit prinzipiellen Auswertegenauigkeiten unter einem Dezimeter rechnen. Durch das große Bildformat ergibt sich auch eine sehr hohe Auflösung, wobei selbst bei Maßstäben von 1:10.000 noch Pfostengruben erkannt werden können (Doneus 1997b, 25 f.).

Zwei benachbarte Bilder einer Senkrecht-Befliegung ahmen in ihrer Konfiguration das menschliche visuelle System nach (zwei Kamerapositionen mit paralleler Blickrichtung senkrecht auf die gedachte Linie zwischen den beiden Kameras). Dadurch kann man den sich überlappenden Bereich zweier Senkrechtaufnahmen im Stereoskop dreidimensional betrachten und auch dreidimensional fotogrammetrisch auswerten.

Senkrechtaufnahmen sind aufgrund der verwendeten speziellen Kameras und ihrem Einbau in Flugzeuge teuer und werden daher vor allem von spezialisierten Firmen und Institutionen hergestellt. In fast allen Fällen werden Senkrechtaufnahmen für andere Bedarfsträger erzeugt und von Archäologen nur „sekundär" genutzt.

Die luftbildarchäologische Bedeutung von Senkrechtaufnahmen

Der archäologische Wert von Senkrechtaufnahmen wird meist unterschätzt, obwohl die Luftbildarchäologie in den 1920er Jahren gerade mit dieser Art von Aufnahmen ihren systematischen Anfang nahm (Crawford, Keiller, 1928). Generell galt bis vor wenigen Jahren die Einstellung, Senkrechtaufnahmen seien für die Luftbildarchäologie entbehrlich. Sofern sie in Büchern zur Luftbildarchäologie überhaupt Erwähnung fanden, wurde ihr Beitrag nur als marginal angesehen (Crawshaw 1997; Wilson 2000, 32). Mittlerweile hat sich der Blickwinkel verändert. Heute erkennt man – nicht zuletzt aufgrund einiger methodischer Publikationen (Doneus 2000, 1997b; Palmer 2007; Palmer

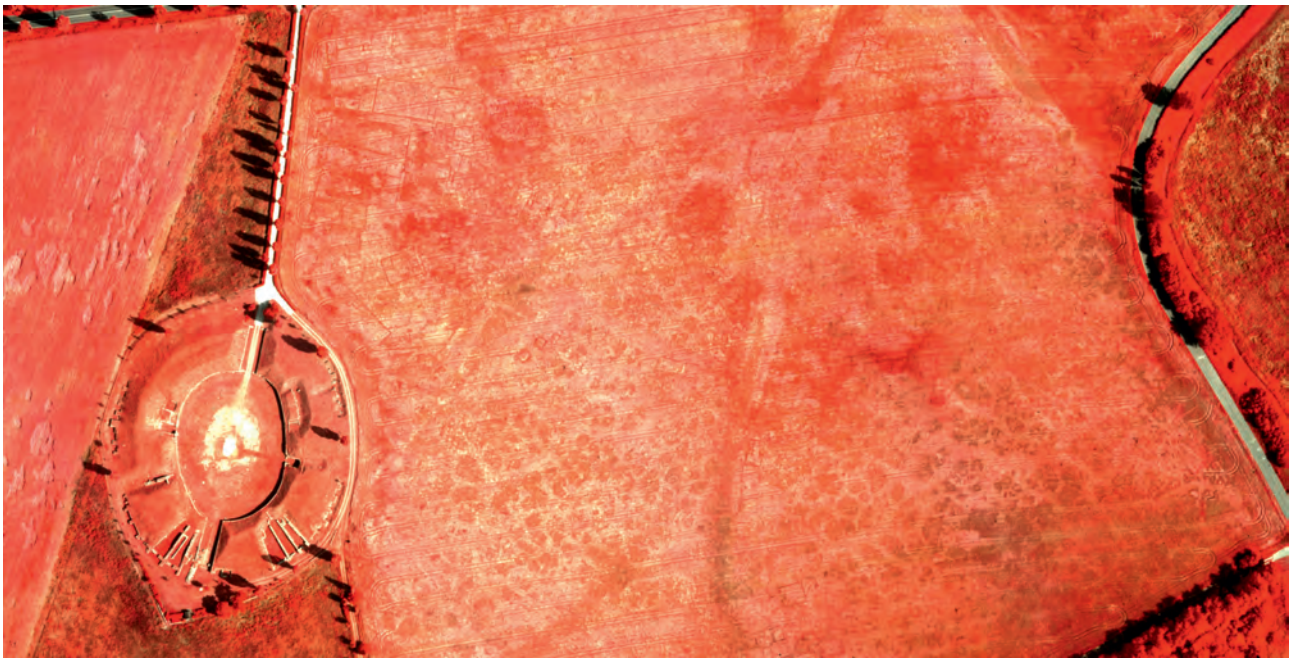


Abb. 84: Carnuntum, NÖ. Senkrechtaufnahme mit Farbinfrarotfilm (© bmlvs/luaufklsta).

2005) – den Wert von Senkrechtaufnahmen im Rahmen der luftbildarchäologischen Prospektion vielfach an:

„Vertical photographs only provide an adequate record of archaeological features when these are showing readily and plainly. Fortunately, this does happen a good deal of the time, but certainly not always (Wilson 2005b, 33).

Der Grund für die oft ablehnende Haltung liegt darin, dass Senkrechtaufnahmen in fast allen Fällen für andere Bedarfsträger erzeugt werden. Dies bedingt, dass oft zu für die Ausbildung von Sichtbarkeitsmerkmalen ungünstigen Zeiten geflogen wird und archäologische Fundstellen auf den Luftbildern nur zufällig abgebildet sind. Dies täuscht jedoch darüber hinweg, dass vor allem im Rahmen der Landschaftsarchäologie die Senkrechtaufnahmen dem systematischen, einhundert Prozent der Oberfläche abdeckenden, intensiven Survey entsprechen, während Schrägaufnahmen trotz systematischer Befliegung einem systematischen Sample nahekommen. Zu den Schägbefliegungen meint R. Palmer:

„Yet it remains site-centered data collection and, except by accident, is unlikely to record features that were not noticed in the air … nor those features not yet accepted as archaeological in origin. All aerial observers will fly with a compendium of known sites in their mind and will use this, plus a bit of common sense, as a way of deciding whether a site on the ground is archaeological or not. I suggest that the human brain in the air is the weakest part of the process of aerial survey and that to continue to use this as a means of filtering information is bound to leave archaeologists with a selective and partial record of sub-surface features" (Palmer 2005, 97).

Kann jedoch der Zeitpunkt vom Archäologen bestimmt werden, so haben Senkrechtaufnahmen ein großes Potenzial für die Luftbildarchäologie. Dies konnte anhand eines direkten Vergleichs zwischen Senkrecht- und Schrägaufnahmen demonstriert werden (Doneus 2000). Ende Juli 1998 wurde ein insgesamt etwa 160 km² großes Gebiet entlang der March (an der Grenze zwischen Österreich und der Slowakei) luftbildarchäologisch untersucht. Bei dieser linearen, entlang des Flusses durchgeführten Befliegung waren zwei erfahrene Archäologen anwesend: So konnte das Gebiet beiderseits des Flugzeuges beobachtet werden. Insgesamt wurden 30 (mögliche) Fundstellen dokumentiert. Aufgrund dieses Ergebnisses konnte das Kommando Luftaufklärung in Langenlebarn dazu bewogen werden, zwei Wochen später eine Abdeckung des beflogenen Gebietes durch Senkrechtaufnahmen durchzuführen. Die systematische Interpretation dieser Aufnahmen ergab 133 (mögliche) Fundstellen in demselben Gebiet (Doneus 2000, 34), wobei bis auf zwei Fundstellen auch alle während der Schrägbefliegung entdeckten Strukturen erkannt wurden (Abb. 83).

Der direkte Vergleich einzelner Merkmale in Schräg- und Senkrechtaufnahme erbrachte ein gemischtes Bild: Manche Merkmale zeigten sich in den Schrägaufnahmen, andere in den Senkrechtaufnahmen besser (Doneus 2000, 35 ff.). Der senkrechte Blick auf z. B. Bewuchsmerkmale ist nicht immer die für eine Interpretation beste Aufnahmeposition. Dagegen kann sich vor allem bei flächenmäßig sehr



Abb. 85: Gegenüberstellung eines Farb- (oben) und eines Schwarz-Weiß-Infrarotbildes (unten). Im infraroten Licht lassen sich Bewuchsmerkmale deutlicher erkennen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

großen Fundstellen eine Dokumentation durch Schrägaufnahmen schwierig gestalten. Bei diesen sind aufgrund der perspektivischen Verzerrungen nur die Merkmale im Vordergrund deutlich abgebildet, während jene im Hintergrund einen kleineren Abbildungsmaßstab und dadurch eine niedrigere Auflösung besitzen. Daher muss man bei sehr großen Fundstellen sehr viele Fotos herstellen und es besteht die Gefahr, manche Bereiche nicht optimal abgebildet zu haben. Dieses Problem besteht bei Senkrechtaufnahmen nicht, da hier alles unter dem nahezu gleichen Abbildungsmaßstab aufgenommen wird.

Bei einer Schrägaufnahme ist das archäologische Objekt/Sichtbarkeitsmerkmal das Hauptmotiv. Jene Fundstellen, welche bei der Befliegung nicht erkannt wurden, werden auch nicht dokumentiert. Auch wenn Anthony Crawshaw insistiert, dass dies bei einem erfahrenen Luftbildfotografen kaum vorkomme (Crawshaw 1997, 59), so zeigen sich bei näherer Betrachtung von Schrägaufnahmen immer wieder mögliche weitere Fundstellen in der Peripherie des Fotos, welche aber nicht dokumentiert wurden. Diese Fundstellen wurden – sofern sie nicht aus unbekannten Gründen absichtlich im Hintergrund des Bildes belassen wurden – daher entweder übersehen oder nicht adäquat dokumentiert (Cowley 2002, 262 ff.).

Zwar können diese Merkmale bei einer späteren Befliegung noch immer sichtbar sein; findet diese aber erst Jahre später statt, gehen nicht dokumentierte Fundstellen im schlimmsten Fall für die wissenschaftliche Forschung und den Denkmalschutz verloren. Die Herstellung von Senkrechtaufnahmen wird in der Weise geplant, dass ein zuvor vorgegebenes Gebiet zur Gänze durch die Aufnahmen stereoskopisch abgedeckt wird. Dadurch lässt sich ein Dokument eines großen Gebietes innerhalb einiger weniger Stunden bewerkstelligen. Sämtliche Sichtbarkeitsmerkmale, welche sich in diesem Zeitraum an der Erdoberfläche gezeigt haben, werden erfasst und mit abgebildet, egal ob sie während des späteren Interpretationsprozesses beobachtet werden oder nicht. Dadurch kann jeder, der später die Bilder erneut interpretiert, das Gelände in demselben Zustand sehen, egal ob dies am Tag danach oder Jahre später geschieht. Dadurch lassen sich die Daten in Zusammenhang mit neuen Luftbildern oder anderen Prospektions- oder Grabungsergebnissen immer wieder re-interpretieren, wobei Erfahrung oder veränderte Fragestellungen zu einer neuen Sichtweise und in der Folge zu neuen Erkenntnissen führen können.



Abb. 86: Gegenüberstellung von Ausschnitten eines mit hoher Auflösung gescannten analogen (links) und eines mit einer digitalen 12MP-Kamera aufgenommenen Bildes (rechts) (aus: Doneus 2005, 41).

Letztendlich sollte die Frage nicht „Senkrecht- *oder* Schrägaufnahme“ lauten. Vielmehr muss die Tatsache akzeptiert werden, dass beide Arten der Luftbildherstellung in der Archäologie Bedeutung besitzen. Projekte, vor allem wenn es um landschaftsarchäologische Fragestellungen geht, sollten sich an beide Datenquellen halten und neben eigenen Befliegungen auf einen Fundus an Senkrechtaufnahmen zurückgreifen können (vgl. auch Wilson 2005b, 34).

10.4.4.3 Filme und Sensoren

In der Luftbildarchäologie wurden bis vor Kurzem zumeist der Schwarz-Weiß- und der Farbfilm (meist Farbdiafilm) verwendet. In den letzten Jahren hat jedoch die digitale Fotografie die analogen Datenträger weitgehend verdrängt. Hat man vor Kurzem noch über deren Vor- und Nachteile diskutiert, so ist ihr Einsatz vielerorts aufgrund der immer größer werdenden Schwierigkeit bei der Beschaffung und Entwicklung analoger Materialien eine Notwendigkeit geworden (Doneus 2005). Es existiert eine große Vielfalt an Publikationen zu Kameras und Filmen und Aufnahmetechniken, welche in der Luftbildarchäologie zum Einsatz kommen sollten (u. a. Riley 1987, 55 ff.; Wilson 1975b; Braasch 1992, 2005, 53 ff.; Musson 1995, 62; Crawshaw 1995). Detaillierte Beschreibungen zum fotografischen Prozess finden sich auch in diversen Handbüchern zur Fernerkundung (Albertz 2007, 26 ff.; Kraus 2004, 74 ff.; Lillesand, Kiefer 2000, 56–124).

Die Bedeutung des panchromatischen *Schwarz-Weiß-Films* in der Luftbildarchäologie ergibt sich aus seiner Archivbeständigkeit. Manche Produkte können eine sehr hohe Auflösung besitzen (Horne, MacLeod 1997; Palmer 1995b; Braasch 2005, 55).

Der Schwarz-Weiß-Film gibt den Reflexionsgrad des sichtbaren Lichtes anhand von Grauwerten wieder. Dies ist auch sein größter Nachteil, da das menschliche Auge nur wenige Grauwerte unterscheiden kann und somit Information, die sich anhand minimaler Grauwertänderungen zeigt, u. U. nicht erkannt wird. Durch Benutzung eines Gelbfilters kann der blaue Lichtanteil ausgesperrt werden, was bessere Kontraste ergibt, da die Streustrahlung (Dunst) vor allem aus dem blauen Anteil des sichtbaren Lichtes besteht.

Für die Interpretation eignet sich der *Farbfilm* besser. Der Farbdiafilm hat vor allem auch einen ausgezeichneten Kontrastumfang. Sein größtes Manko ist jedoch seine begrenzte Haltbarkeit, da die Farbstoffe in den fotografischen Materialien mit der Zeit ausbleichen (Wilson 1997, 24). Für die Lagerung des Filmmaterials gilt allgemein, dass es unter Benutzung von chemisch neutralem Archivmaterial bei konstanter Luftfeuchtigkeit im Dunkeln gelagert werden sollte. Je niedriger die Lagertemperatur, desto besser ist die Haltbarkeit, da chemische Veränderungen in fotografischen Materialien durch Kühllagerung verlangsamt werden (Wilson 1997, 24 f.).

Daneben haben auch die *Infrarotfilme* (Schwarz-Weiß- und Falschfarben-Infrarotfilme) große Bedeutung für die Dokumentation von Bewuchsmerkmalen. Bei Falschfarbenfilmen wird der infrarote Anteil des Lichtes rot dargestellt (Abb. 84), wodurch es zu einer Verschiebung der Farbgebung bei den anderen Wellenlängen kommt (rot wird grün und grün wird blau dargestellt). Für diesen Film ist ein Gelbfilter obligat, weil alle Schichten für blaues Licht überempfindlich sind und dieses somit weggefiltert werden muss (Kraus 2004, 91). Dadurch werden aber auch Effekte der Streustrahlung vermindert und der Kontrast erhöht.

Die Filme sind verhältnismäßig teuer. Schwierigkeiten bereitet die Belichtung, welche eine entsprechende Erfahrung mit dem Material voraussetzt. Die automatische Belichtungsmessung der Kamera erfasst den nahen Infrarotbereich nicht, weshalb es zu Unter- oder Überbelichtungen kommen kann. Zudem benötigt der Film spezielle Optiken, da durch die etwas größere Wellenlänge der Fokussierungspunkt von dem für normales Licht abweicht (Verhoeven 2008, 3091). Dennoch wurden und werden Infrarotfilme von vielen Luftbildarchäologen eingesetzt (Agache 1968; Braasch 2007; Hampton 1974; Verhoeven 2007; Doneus et al. 2001a, 18), da sich Bewuchsmerkmale mitunter deutlicher zeigen (Abb. 85).

Bis vor Kurzem war die Verwendung *digitaler Kameras* noch heftig umstritten (siehe dazu: Musson et al. 2005, 314 ff.). Die beiden Hauptkritikpunkte betonten die geringere Auflösung der digitalen Sensoren gegenüber herkömmlichen Farbfilmen sowie die Frage nach der Langzeitarchivierung (Doneus, Scollar 2006).

Die zu geringe Auflösung kann seit der Markteinführung von qualitativ hochwertigen Spiegelreflexkameras mit einem 12-Megapixel-Sensor als gelöst betrachtet werden (Abb. 86). Zwar hat das analoge Bild rein rechnerisch eine höhere Auflösung als eine digitale Aufnahme mit 12 Megapixeln (Owen 2006), aber dies gilt nur bei Aufnahmen, welche im Nahbereich unter ausgezeichneten Aufnahmebedingungen gemacht werden. Luftbilder können solche Bedingungen jedoch in der Regel nicht erfüllen. Deshalb ist die rechnerisch bessere Auflösung analoger Farbfilme in der luftbildarchäologischen Praxis nicht haltbar. Dies konnte in einem direkten Vergleich zwischen digitalem Bild und analogem Film gezeigt werden (Doneus, Scollar 2006). Zudem gibt es bereits digitale Mittelformatkameras mit annähernd 40 Megapixel-Sensoren – Tendenz steigend (mittlerweile werden bereits Kleinbild-DSLR Kameras mit 36 Megapixeln hergestellt – z.B. NIKON D800).

In Bezug auf die Langzeitarchivierung sind digitale Daten zweifach betroffen: Zunächst gibt es zurzeit keinen Datenträger, welcher digitale Daten unter Garantie langfristig erhalten kann. Die Magnetisierung von Festplatten lässt mit der Zeit nach, was dazu führen kann, dass Daten nicht mehr lesbar sind. Auch optische Datenträger wie CD und DVD zeigen Schwächen bei der Haltbarkeit. Daher bedarf es natürlich einer entsprechenden Strategie zur Langzeitarchivierung, welche in jedem Fall ein regelmäßiges Umkopieren sämtlicher Daten inkludieren muss. Ähnliches gilt aber auch für die analogen Medien (vgl. weiter oben). Die bisherige Erfahrung hat gezeigt, dass die größte Gefahr bei Archiven besteht, die nicht mehr genutzt werden. Für ein „aktives" Bildarchiv ist die Gefahr von Datenverlusten aufgrund schlechter Haltbarkeit wenig bedrohlich, da mit der in verhältnismäßig kurzen Zeitabständen stattfindenden Erneuerung der Hardware auch die Daten entsprechend umkopiert und somit erneuert werden.

Das zweite Problem ist die Lesbarkeit in Bezug auf das Bildformat. Ob es auch in Zukunft Software gibt, welche TIF oder JPG-Formate lesen können, kann heute niemand mit Sicherheit sagen. Bei diesen beiden Formaten kann man jedoch von einer Langlebigkeit ausgehen. Dies gilt allerdings nicht für die kamerainternen RAW-Formate:

Die meisten heute gebräuchlichen digitalen Sensoren bestehen aus einer großen Anordnung einzelner Elemente, welche im Prinzip nur die Intensität der Wellenlängen des sichtbaren Lichtes messen. Um nun durch die Sensorelemente Farbinformationen zu erhalten, wird vor jedes Element ein entsprechender Rot-, Blau- oder Grün-Filter geschaltet. Das Ergebnis ist eine rechteckige Anordnung einzelner Rot-, Blau- und Grünwerte, welche zu einem vollständigen Bild interpoliert werden müssen (Verhoeven 2008, 3093). Dies erfolgt innerhalb der digitalen Kameras, wobei noch zusätzlich Weißabgleich, Schärfung, Rauschunterdrückung etc. stattfinden, bevor das fertige Bild (meist TIF oder JPG) auf dem Datenträger gespeichert wird. Manche Kameras können jedoch auch die ursprünglichen Sensordaten direkt speichern. In diesem Fall können bzw. müssen diese RAW-Daten in einem eigenen Arbeitsschritt am PC in entsprechende Bilder umgewandelt werden.

Der Vorteil dabei ist, dass Rohdaten die ursprünglich mit 12 Bit Information hochwertigeren Aufzeichnungen der einzelnen Sensorelemente speichern, während im umgerechneten JPG das einzelne Pixel nur noch 8 Bit Information bietet – es kommt also zu einem Qualitätsverlust. Weitere Vorteile ergeben sich in der situationsabhängigen Möglichkeit anhand professioneller PC-Software bessere, informationsreichere Bilder zu erzeugen, als dies die Kamera selbst bewerkstelligen könnte (Steinmüller, Steinmüller 2004, 10 f.). Die Rohdaten entsprechen somit dem Negativ eines analogen Bildes und sollten im Rahmen einer professionalen Luftbildarchäologie auf jeden Fall gespeichert werden.

Im Sinne einer Langzeitarchivierung ergibt sich hier jedoch ein massives Problem: Jeder Kamerahersteller benutzt ein eigenes RAW-Format und teilweise verwenden auch unterschiedliche Kameramodelle desselben Herstellers unterschiedliche Formate. Erschwert wird diese Situation noch dadurch, dass manche Firmen die Spezifikation des verwendeten Formats aufgrund des Wettbewerbs nicht oder nur auszugsweise veröffentlichen. Spätestens, wenn ein Hersteller vom Markt verschwindet und die mitgelieferte Software nicht mehr gewartet wird, kann es dazu kommen, dass

ein Format dadurch unlesbar werden könnte. Ein Lösungsweg könnte das von ADOBE propagierte digitale Negativ (DNG) sein, welches als Standard für Roh-Formate konzipiert ist. Momentan ist es jedoch noch zu früh, Aussagen darüber zu machen, ob sich dieses durchsetzen wird.

Gerade in Bezug auf die Archivierung haben digitale Bilder aber einen immensen Vorteil. Sie können ohne Genauigkeitsverlust kopiert werden. Daher ist es möglich, ein digitales Bild an mehreren, voneinander entfernten Orten jeweils in Originalqualität aufzubewahren. Die Gefahren von Diebstahl, Feuer, Hochwasser oder anderer katastrophaler Ereignisse, welche analoge Negative unwiederbringlich zerstören können, lassen sich somit bannen.

Weitere Vorteile sind praktischer Art. Wichtig ist der Umstand, dass das Gelingen und die Qualität der Aufnahme falls nötig noch im Flugzeug überprüft werden können. Im Falle einer defekten Kamera kann somit gleich reagiert und auf die (hoffentlich mitgenommene) Reservekamera zurückgegriffen werden. In Zeiten der analogen Aufnahme kam es dagegen manchmal vor, dass Fehler der Kamera oder des Filmes erst nach seiner Entwicklung offensichtlich wurden.

Als sehr nützlich hat sich auch der Umstand erwiesen, dass die Metadaten der Aufnahme (verwendete Kamera, Brennweite, Belichtungsparameter etc.) automatisch im EXIF-Header (*exchangeable image file format*) gespeichert werden, was vor allem bei Verwendung von Zoomobjektiven und einer späteren fotogrammetrischen Auswertungen nützlich ist. Zudem ist es bei manchen Kameramodellen möglich, eine Verbindung zu einem GPS-Gerät herzustellen, wodurch bei jedem Auslösen der Kamera die momentane Position des GPS-Empfängers im EXIF-Header des Bildes mitgespeichert wird (Doneus 2005, 28 ff.).

Aufgrund ihrer Bauart sind digitale Sensoren auch für die Wellenlängen des nahen Infrarots sensibilisiert. Da dieser Effekt jedoch negative Auswirkungen auf die Bildqualität hat, wird von den meisten Kameraherstellern ein Filter vor den Sensor installiert, welcher das Licht des nahen Infrarots ausschließt. Es gibt jedoch die Möglichkeit, diese Kameras zu modifizieren, indem man den Filter vom Kamerahersteller oder einer spezialisierten Firma entfernen lässt. Dadurch kann man auch mit einer digitalen Kamera im infraroten Bereich fotografieren (Verhoeven 2008, 3094 f.).

10.4.5 Interpretation

Die materielle Hinterlassenschaft zeigt sich im Fall der Luftbildarchäologie aufgrund von Sichtbarkeitsmerkmalen, welche indirekte Indikatoren für veränderte physikalische Eigenschaften des Bodens sind. Dies hat einige für folgende Darstellung wichtige Implikationen: Mit Ausnahme des Höhenunterschiedes bei im Geländerelief erhaltenen Bodendenkmälern können die Indikatoren nicht „objektiv" und unvoreingenommen gemessen, sondern müssen durch Beobachtung erkannt werden. Dabei spielt die Wahrnehmung eine wichtige Rolle.

Ein beobachtetes Merkmal an sich ist in den seltensten Fällen ein sicherer Nachweis für eine materielle Hinterlassenschaft. Wird es isoliert betrachtet, so bleibt es in den meisten Fällen unverständlich, kann also gar nicht interpretiert werden. Erst im Zusammenhang mit anderen Merkmalen oder Gegebenheiten an der Erdoberfläche, also im Kontext mit der Umgebung wird es möglich, unterschiedliche Schattierungen oder Färbungen im Boden respektive Bewuchs zu Mustern zusammenzufassen und darin alte, längst vergangene Gräberfelder, Siedlungen oder Befestigungsanlagen zu deuten.

Dies gelingt in der Regel erst von einem erhöhten Standpunkt aus. Dieser erleichtert die Konzentration der Wahrnehmung auf das Wesentliche, wodurch Zusammenhänge deutlicher werden und in der Folge sich Muster abzuzeichnen beginnen. *Was* jedoch als das Wesentliche empfunden wird und *wie* die Muster letztendlich gedeutet werden, wird durch die momentanen Gegebenheiten, das persönliche Vorwissen, die Fragestellung und die verwendete Methode (Senkrecht-, Schrägaufnahme, Wahl des Sensors) beeinflusst.

Egal ob vor der Herstellung des Bildes in der Luft oder bei der Betrachtung von Senkrecht- oder Schrägaufnahmen am Schreibtisch, es kommt in jedem Fall zu einer Interaktion zwischen Merkmal und Beobachter. Wenn wir ein Luftbild betrachten, so haben die einzelnen Elemente (Pixel) drei Eigenschaften: Helligkeit, Farbton und Farbsättigung. Das von uns wahrgenommene Bild kann jedoch weitere Eigenschaften und Informationen aufweisen, die nicht über die elektromagnetische Energieübertragung vom Objekt zu uns gekommen sein können (Hellbrück, Fischer 1999, 121). Ein Bild kann z. B. Emotionen in uns wecken oder zu Erkenntnissen führen. Dies erfolgt aber nicht zwingend. Vielmehr wirkten die Bildinhalte in jedem Menschen anders. Emotion und Erkennen spielen sich im Kopf ab und sind das Ergebnis von Wahrnehmung und Deutung: Erst durch subjektive, individuelle Beobachtung eines Merkmals und seine Interpretation als archäologisch relevant können überhaupt archäologische Strukturen als solche erkannt werden. *Wahrnehmung* und *Interpretation* spielen als zwei Stufen der Flugprospektion und Luftbildauswertung daher die bedeutendste, zentrale Rolle im Rahmen der Luftbildarchäologie.

10.4.5.1 Aspekte der visuellen Wahrnehmung

„Sehen ist das Ergebnis einer Übertragung der äußeren, physisch existenten Welt in unsere eigene Welt der Wahrnehmung, in der unser bisheriges Wissen, unsere Erfahrun-

gen und sogar unsere Gemütsverfassung wichtige Rollen spielen“ (Maffei, Fiorentini, A. 1997, 1). Prinzipiell kann nur ein Sachverhalt interpretiert werden, der zuvor wahrgenommen und erkannt wurde. Auch wenn die Wahrnehmung alle unsere Sinne umfasst, wird in Bezug auf die Luftbildinterpretation in der Folge vor allem die *visuelle* Wahrnehmung Thema unserer Betrachtungen sein.

Die Wahrnehmung, also die sinnliche Erfahrung unserer Außenwelt, kann unter unterschiedlichen Aspekten betrachtet werden: physikalisch, physiologisch und psychologisch (Albertz 1997b, 13 f.). Der *physikalische* Aspekt ist aus der Fernerkundung bekannt: In Abhängigkeit des spektralen Reflexionsgrades eines Objektes werden von diesem elektromagnetische Wellen unterschiedlichster Wellenlängen reflektiert. Art der Reflexion und Bandbreite sowie Intensität der reflektierten Frequenzen übermitteln Energie, aus welcher der Mensch durch sein visuelles Wahrnehmungssystem Information über das Objekt gewinnen kann. Die elektromagnetische Welle funktioniert also als Informationsüberträger.

Der *physiologische* Aspekt beinhaltet das menschliche Auge und seine Fähigkeit, die elektromagnetischen Wellen in elektrische Signale umzuwandeln und diese an das Gehirn weiterzuleiten (Goldstein 1997, 40 ff.): Dabei wird Licht durch Hornhaut und Linse auf die Netzhaut (Retina) fokussiert, und von den sogenannten Stäbchen und Zapfen in elektrische Impulse umgewandelt. Diese reagieren nur auf den sichtbaren Anteil des Lichtes (etwa 400–700 nm). Jede Netzhaut ist mit etwa 6 Millionen Zapfen und 120 Millionen Stäbchen belegt. Die für das Farbsehen verantwortlichen Zapfen befinden sich zum größten Teil in der Sehgrube (Fovea), eine kleine Vertiefung der Netzhaut, auf welche das sichtbare Licht bei der Blickrichtung senkrecht zur Augenbasis (das ist die gedachte Verbindungslinie zwischen den beiden Augen) konzentriert wird. Außerhalb der Fovea befinden sich vor allem Stäbchen, welche für das Sehen von Helligkeitsunterschieden verantwortlich sind. Während die Zapfen eine bestimmte Intensität des Lichtes benötigen, um es in elektrische Impulse umzuwandeln, kommen die Stäbchen mit geringen Energiemengen aus.

Dies hat mehrere Konsequenzen: Am besten, schärfsten und vor allem in Farbe sehen wir anhand der zahlreichen Zapfen in der Fovea. Nachdem dies ein kleiner Bereich direkt in der geraden Blicklinie hinter der Linse ist, drehen wir beim Betrachten eines Objektes den Kopf zu diesem hin, damit die von diesem Objekt reflektierten Lichtstrahlen auf die Fovea auftreffen können. Weiters können wir in der Dämmerung, wenn die Lichtintensität schwach ist, keine Farben sehen. Deshalb ist in dieser Zeit unser Sehvermögen eingeschränkt, da wir nur anhand der Stäbchen sehen können, welche sich aber nicht in der Fovea befinden (Goldstein 1997, 44 ff.; Maffei, Fiorentini, A. 1997, 21 f.).

Wie viele Farben der Mensch unterscheiden kann, ist nur grob abschätzbar, wobei die Schätzungen zum Teil weit auseinandergehen (z. B. über 2 Millionen Farben: Goldstein 1997, 125; 7 Millionen Farben: Ditzinger 1998, 110). Das amerikanische National Bureau of Standards kennt über 7.500 verschiedene Farbnamen (Azurblau, Minzgrün etc. – Goldstein 1997, 125 f.).

Die von Stäbchen und Zapfen erzeugten elektrischen Impulse werden von weiteren Neuronen in der Netzhaut vorverarbeitet und dann durch den Sehnerv in das Gehirn weitergeleitet, und zwar zum Großteil über das „corpus geniculatum laterale“ (CGL, seitlicher Kniehöcker) zum primären visuellen Cortex (primäre Sehrinde am Hinterhaupt) beziehungsweise in andere Regionen des Gehirns. Dort findet die eigentliche Objektwahrnehmung statt, über die man jedoch noch wenig Bescheid weiß.

Der *psychologische* Aspekt der Wahrnehmung beschäftigt sich mit dem Erkennen der Objekte, von denen die Information in Form von elektromagnetischen Wellen ausgegangen ist. Im Rahmen des psychologischen Aspektes kommt es zu zwei wichtigen Prozessen. Zum einen scheint es, als ob die Hauptaufgabe des menschlichen visuellen Systems darin bestünde, die unglaubliche Datenflut, welche kontinuierlich jede Sekunde auf uns zukommt, möglichst automatisiert zu filtern und vorzuverarbeiten. Jörg Albertz rechnet vor, dass allein über unsere Augen etwa 3 Millionen Bit Information pro Sekunde in elektrische Impulse umgewandelt werden (Albertz 1970, 27). Hören, Riechen, Schmecken und Fühlen übertragen zugleich eine weitere unbestimmte Menge an Information an unser Gehirn. In unser Bewusstsein können wir jedoch nur kontinuierlich 16 Bit Information pro Sekunde aufnehmen. Der Rest bleibt uns unbewusst.

Zum anderen können wir zusätzliche Informationen zu oder Eigenschaften von Objekten „sehen“, „für die es keinen energetischen Übertragungsweg gibt“ (Hellbrück, Fischer 1999, 121), etwa die Freude eines lächelnden Gesichtes, oder die Erhabenheit, welche eine gemalte Landschaftsszene „ausstrahlt“. Es bedarf auch, um ein weiteres Beispiel zu nennen, keiner großen Anstrengung, einen unter den Tisch geschobenen und von der Tischplatte zum Teil verdeckten Sessel als solchen zu erkennen. Für einen Computer dies hingegen ein durchaus schwer zu lösendes Problem (Goldstein 1997, 165).

Zudem stellt sich die Frage, weshalb es uns ohne Weiteres möglich ist, eine rechteckige Tischplatte als solche zu erkennen, auch wenn ihr Abbild auf unserer Netzhaut aufgrund der perspektivischen Betrachtung eigentlich trapezförmig ist. Diese Formkonstanz ist nur eine von Vielen (z.B.

Helligkeitskonstanz, Farbkonstanz, Größenkonstanz, Orientierungskonstanz etc.), welche für die Bewältigung unseres Alltags von großer Wichtigkeit sind (Rock 1998, 15 ff.; Goldstein 1997, 145 ff.). Wären diese Konstanzen nicht gegeben, würde sich die Außenwelt für uns ständig verändern.

Mit solchen und weiteren Phänomenen der Objektwahrnehmung beschäftigt sich die Wahrnehmungspsychologie. Auch wenn es ein breites Spektrum an Theorien gibt, die den Objektwahrnehmungsvorgang zu erklären versuchen, sind die Vorgänge und Prozesse der Objekterkennung jedoch noch weitgehend ungeklärt (Goldstein 1997, 144–216; Maffei, Fiorentini 1997, 4 ff.; Rock 1998, 8–12). Keine Theorie kann bislang alle Wahrnehmungsphänomene zur Genüge erklären (Rock 1998, 11).

Gestalttheorie

Die Gestalttheorie und die von ihr aufgestellten Gestaltgesetze sind für einige Phänomene der Bildinterpretation von großem Interesse. Sie geht zurück auf das beginnende 20. Jahrhundert und wurde durch Max Wertheimer, Wolfgang Köhler und Kurt Koffka begründet. Ausgangspunkt war die Idee von Christian von Ehrenfels, eine Melodie sei mehr als die Summe ihrer Einzeltöne (Gethmann 1995, 765). Auch wenn ihr methodisches Vorgehen aus unterschiedlichen Gründen kritisiert wurde (Goldstein 1997, 178 ff.; Hellbrück, Fischer 1999, 126), so wird diese Forschungsrichtung noch immer erfolgreich betrieben (Roth 1997, 258 ff.). Seit 1978 gibt es auch die „Gesellschaft für Gestalttheorie" (http://www.gestalttheory.net/<22. Juni 2012>).



Abb. 87: Gesetz der Prägnanz – anstelle eines 11-Ecks nimmt man bei kurzzeitiger Betrachtung ein Rechteck und ein Dreieck wahr (Grafik: Michael Doneus).

Die zentrale Aussage der Gestalttheorie lautet: „Das Ganze ist mehr als die Summe seiner Einzelteile". Aufgrund der enormen Datenreduktion von über 3 Millionen auf 16 Bit pro Sekunde, die kontinuierlich durch unseren Wahrnehmungsapparat vorgenommen wird, hat der Mensch gelernt, aus der Fülle an Informationen das Wichtigste effizient und unbewusst herauszufiltern. Dabei spielen offenbar Gestalten eine wesentliche Rolle. So hat es sich anscheinend als zweckmäßig erwiesen, Objekte statt ihrer Komponenten wahrzunehmen: So sehen wir z. B. ein Haus und nicht eine Anordnung von Tausenden von Ziegeln, einer Tür und mehrerer Fenster. Unbewusst fassen wir Dinge zusammen, gliedern sie und vereinfachen somit unsere Lebenswelt.

Aber auch in den Fällen, wo keine einfachen Objekte vorhanden sind, etwa bei der Betrachtung einer Landschaft (etwa in einer Senkrechtaufnahme), wird das Wahrgenommene durch flächenhafte und räumliche Gliederung organisiert (Albertz 1970, 27 ff. – die räumliche Gliederung wird hier nicht behandelt; siehe dazu: Goldstein 1997, 217 ff.; Maffei, Fiorentini 1997, 79 ff.; Albertz 1997a; Ditzinger 1998, 141 ff.). Im luftbildarchäologischen Sinn erkennen wir in einem Feld etwa den Hausgrundriss einer römischen Villa als Bewuchsmerkmal und nicht Tausende von unterschiedlich gefärbten Getreidehalmen. Dabei dürfte es offensichtlich bestimmte Regeln der Gestaltbildung geben. Im Rahmen der Gestalttheorie hat man versucht, diese Regeln herauszuarbeiten und über 100 Gestaltgesetze formuliert (Albertz 1970, 28).

Zu den wichtigsten gehört das Gesetz der Prägnanz: „Jedes Reizmuster wird so gesehen, dass die resultierende Struktur so einfach wie möglich ist" (Goldstein 1997, 170). Dies trifft vor allem dann zu, wenn nur kurze Zeit für eine visuelle Wahrnehmung zur Verfügung steht. Das in Abb. 87 dargestellte, bekannte Beispiel wird wohl von fast jedem als ein Dreieck und ein Rechteck und nicht als ein Elfeck wahr-

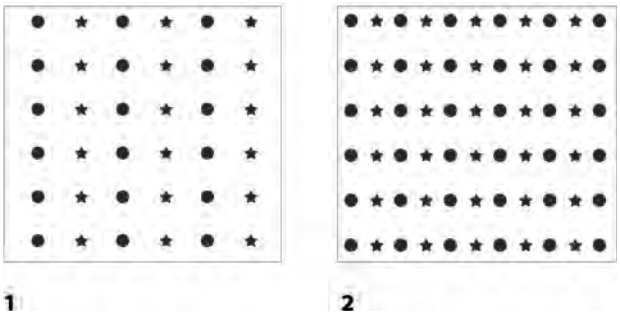


Abb. 88: (1) Gesetz der Ähnlichkeit: Das Muster wird aufgrund der Ähnlichkeit seiner Symbole in senkrechte Reihen gegliedert. (2): Gesetz der Nähe: Das Muster wird in waagrechte Reihen gegliedert (Grafik: Michael Doneus).



Abb. 89: Feld in der Nähe von Foggia, Italien, mit Bewuchsmerkmalen ehemaliger Bäume als Beispiel für das Gesetz der Nähe: durch eine ehemalige Olivenplantage (die regelmäßigen Punkte sind ehemalige Wurzelgruben der Bäume) führt eine Allee, zu erkennen anhand der beiden parallelen Reihen dichter gesetzter Gruben. (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

genommen. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass es einfacher, prägnanter ist, die Figur in die simplen geometrischen Formen Dreieck und Rechteck zu zerlegen. Hat man jedoch länger Zeit zur Bildbetrachtung, so kann man über dieses Bild reflektieren. Dabei kann man beginnen, die Ecken zu zählen, eine fehlende Kontur für eine der beiden Formen, welche ja eigentlich näher liegen und die andere verdecken müsste, zu bemängeln und unter Umständen ein Elfeck zu erkennen.

Andere Gesetze betreffen die Ähnlichkeit oder Nähe von Objekten und besagen, dass vor allem die Nähe zueinander für eine wahrgenommene Gruppenbildung verantwortlich ist (Abb. 88) und in zweiter Linie deren Ähnlichkeit (Goldstein 1997, 171 ff.).

Die Gestalttheorie wurde immer wieder kritisiert (Goldstein 1997, 180 f.). Dennoch funktionieren gerade bei der Luftbildbetrachtung anscheinend viele der Gestaltgesetze. Dies dürfte daran liegen, dass der Mensch, genauso wie er zunächst einmal ein Haus und nicht seine Einzelkomponenten wahrnimmt, die Information aus der Umwelt



Abb. 90: Als lineares Bewuchsmerkmal sichtbare römische Straße in der Nähe von Carnuntum (© Michael Doneus).

(dem Luftbild) flächenhaft gliedert und dadurch vereinfacht. So sehen wir in einem beliebigen Luftbild, wie be-

reits zuvor erwähnt, nicht Hunderte von Bäumen und Abertausende von Getreide- oder Grashalmen, sondern einen Wald, Wiesen und Felder. Aufgrund ihrer unterschiedlichen Textur, Helligkeit und Farbgebung können wir sie unterscheiden und nehmen klare Abgrenzungen in Form von Linien und Kanten wahr, welche aber in der Realität gar nicht vorhanden sind. Dadurch wird die Informationsfülle ebenfalls effizient reduziert (Albertz 1997b, 17 f.). Erst bei längerer Betrachtung beginnen wir zusätzliche Information zu erkennen, etwa einzelne Bäume im Wald zu unterscheiden oder unterschiedliche Farbgebung in einem Feld als archäologisch interessant zu interpretieren. Dieser Prozess ist jedoch subjektiv und sehr stark von Fragestellung, Aufmerksamkeit und Vorwissen geprägt.

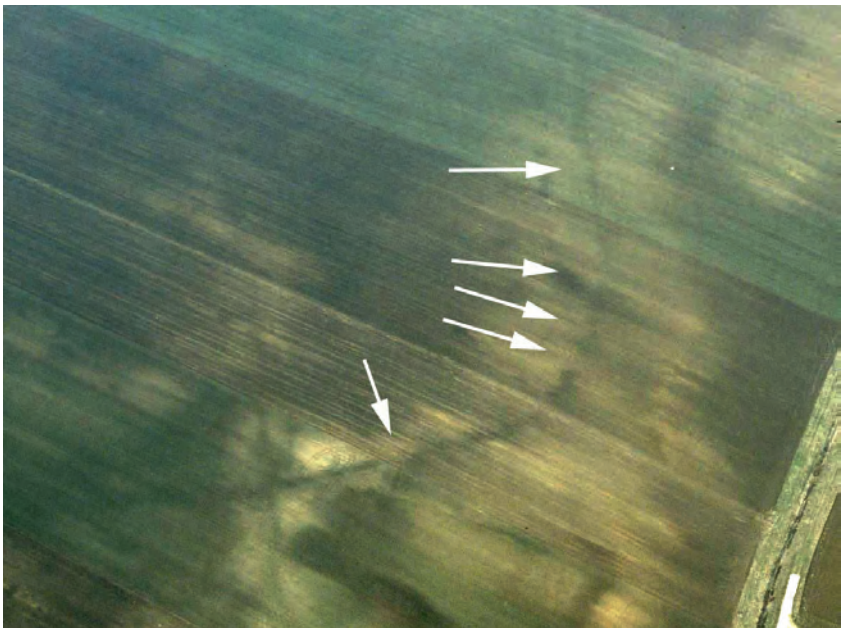


Abb. 91: Steinbach, NÖ. Auch wenn der Graben auf den ersten Blick durchgehend erscheint, zeigen sich bei näherer Betrachtung zahlreiche Unterbrechungen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Die „gestaltgerechte Linienfortsetzung" bzw. „gute Gestalt" und die „Bedeutung oder Vertrautheit" scheinen für die Luftbildinterpretation besonders wichtige Gesetze zu sein. B. Goldstein formuliert die gestaltgerechte Linienfortsetzung folgendermaßen: „Punkte, die als gerade oder sanft geschwungene Linien gesehen werden, wenn man sie verbindet, werden als zusammengehörig wahrgenommen. Linien werden tendenziell so gesehen, als folgten sie dem einfachsten Weg" (Goldstein 1995, 173). Bei der luftbildarchäologischen Interpretation kommt man

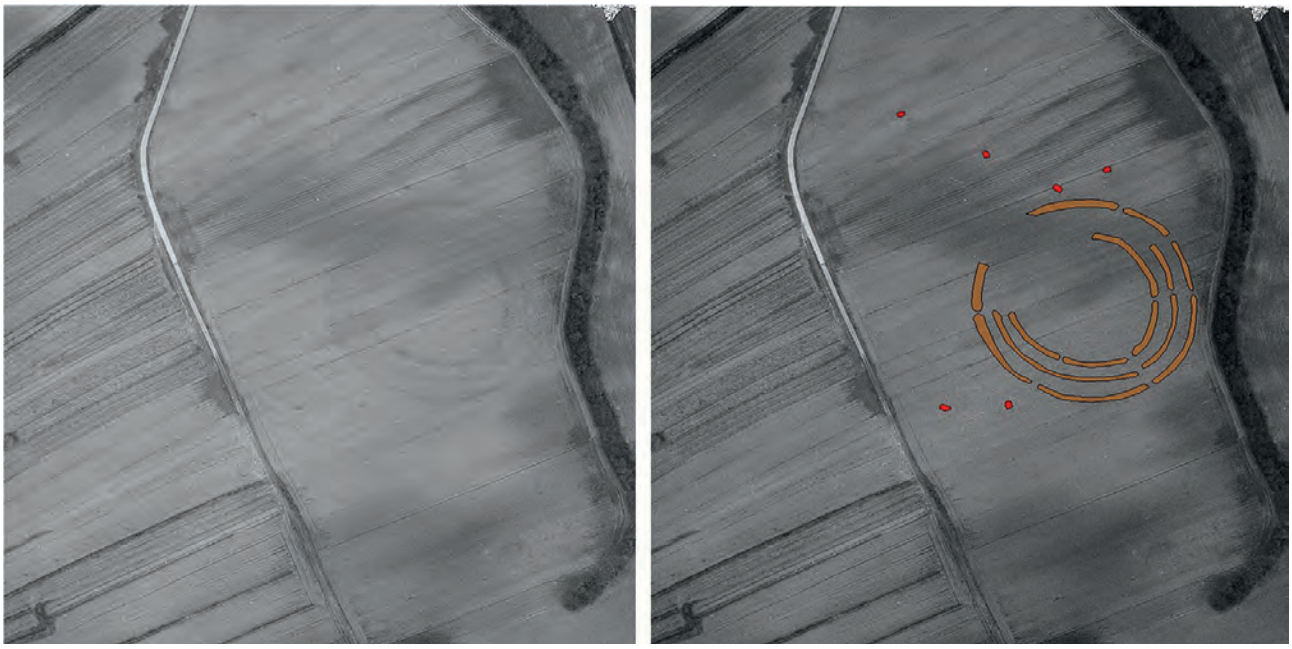


Abb. 92: Glaubendorf, NÖ. Dreifache, mittelneolithische Kreisgrabenanlage. Obwohl das Luftbild bei kurzer Betrachtung uns eine vollständig sichtbare Anlage wahrnehmen lässt, zeigt die detaillierte Interpretation, dass größere Bereiche eigentlich gar nicht sichtbar sind (© bmlvs/luaufklsta, Grafik: Michael Doneus).

sehr häufig in Situationen, in welchen dieses Gesetz Gültigkeit zu haben scheint. Ein einfaches Beispiel dafür ist auf Abb. 89 dargestellt: In einem Feld mit Bewuchsmerkmalen von ehemaligen, im Raster angepflanzten Olivenbäumen zeigt sich eine durch diese vormalige Plantage führende Allee. Die punktuellen Bewuchsmerkmale der ursprünglich zu beiden Rändern gepflanzten Bäume werden aufgrund ihrer Nähe deutlich als Einheit wahrgenommen.

Ein weiteres Beispiel ist auf Abb. 90 dargestellt: Obwohl die (von oben rechts diagonal in Richtung unten links verlaufende) römische Straße durch die Unterbrechung eines Feldes streng genommen als zwei getrennte, lineare, negative Bewuchsmerkmale gesehen wird, tendieren wir dazu, diese als eine einzelne, zusammengehörende Linie wahrzunehmen. Dies ist für die Interpretation nicht weiter schwierig, da auch nach gründlicher Überlegung eine einzelne zusammenhängende Linie als durchaus plausibel und begründbar erscheint.

Schwieriger wird es, wenn eine lineare Struktur (etwa das Bodenmerkmal eines Grabens) von nicht klar definierten Gegebenheiten unterbrochen wird. Auch wenn hier ebenfalls gerne der Graben als durchgehende Einheit gesehen und bei Interpretationen oft durchgehend gezeichnet wird, so muss dies nicht der archäologischen Realität entsprechen. Es könnte sich bei der Unterbrechung auch um eine Toranlage handeln (Abb. 91).

Ähnlich verhält es sich bei der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Glaubendorf (Abb. 92). Auch wenn uns diese beim ersten Hinsehen als vollständige, aus drei konzentrischen, kreisförmigen Gräben bestehende Struktur erscheint, so muss man nach einer detaillierten Interpretation und Umzeichnung der tatsächlich sichtbaren Strukturen erkennen, dass von den Gräben insgesamt nur etwas mehr als zwei Drittel tatsächlich als Bodenmerkmal sichtbar sind. Der Rest wurde zunächst durch unsere Wahrnehmung dazu erfunden. Man spricht in diesem Fall auch von einer „amodalen Ergänzung" (Albertz 1997b, 31 ff.).

Diese Art der „guten Gestalt" begegnet dem Menschen sehr häufig in Alltagssituationen, und zwar überall dort, wo Objekte durch andere verdeckt werden. Dies kann aber auch zu verblüffenden Phänomenen führen, bei denen Objekte, welche nicht vorhanden sind, wahrgenommen werden. In Abb. 93 meinen wir sogar die Kanten des nicht vorhandenen Dreiecks zu sehen. Dass diese tatsächlich nicht existent sind, kann man erkennen, wenn man die jeweils an den Enden der erfundenen Kanten liegenden Kreise verdeckt. Gerade weil dieses Phänomen in der Alltagswelt so häufig vorkommt, stellt es für die Luftbildbetrachtung eine Quelle für Fehlinterpretationen dar. So werden häufig einzelne Komponenten fälschlicher Weise zu Strukturen zusammengesetzt – wir „sehen" Objekte, obwohl diese nicht vorhanden sind.

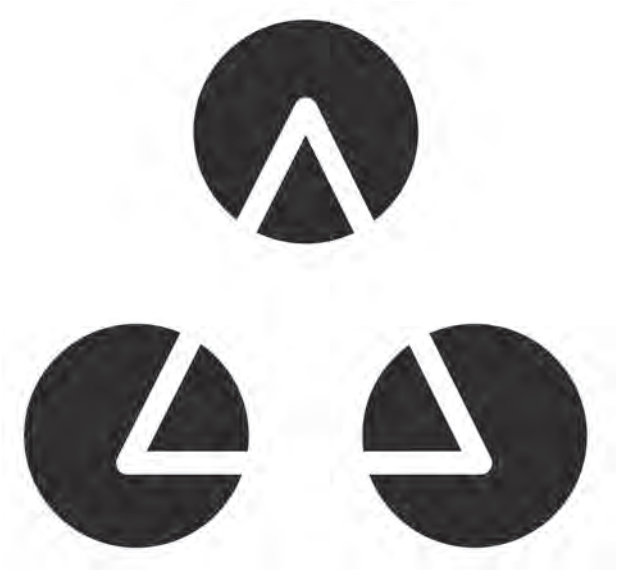


Abb. 93: Von der Wahrnehmung erfundenes Objekt (sog. Kanizsa Illusion). Die vermeintlichen Kanten des Dreiecks verschwinden, wenn man die Kreise abdeckt (Grafik: Michael Doneus).

Gerade das letzte Beispiel könnte man aber auch anhand des Gesetzes der „Bedeutung oder Vertrautheit" erklären: „Dinge bilden mit größerer Wahrscheinlichkeit Gruppen, wenn die Gruppen vertraut erscheinen oder etwas bedeuten" (Goldstein 1997, 174). Dass etwas „Bedeutung" hat, heißt auch, dass wir das Wahrgenommene kategorisieren, in eine bestimmte Schublade stecken können (Roth 1997, 188). Aus diesem Grund kann der (Luftbild-)Archäologe etwa ein sich im Bewuchs eines Feldes abzeichnendes Gräberfeld wahrnehmen – Form, Struktur, Ausdehnung etc. sind ihm vertraut. Dies impliziert aber auch, dass man erst dann etwas als bedeutungsvoll wahrnimmt, wenn man es kennt oder bewusst nach bestimmten Mustern sucht. Hierbei spielt die Erfahrung eine wichtige Rolle (Rock 1998, 115). Andererseits kann man dadurch etwas auch nicht wahrnehmen, obwohl es prinzipiell gesehen wird (Albertz 1997b, 29): So kann ein Luftbildarchäologe in einem Bild einen Siedlungsplatz oder ein Gräberfeld sehen, während ein Landwirt in derselben Fotografie die unterschiedlichen Bebauungsmuster der Felder wahrnimmt und der fotografisch interessierte Laie sich über die Farbgebung und die sanften Landschaftsformen freut.

Vor allem Kreise oder andere geometrische Figuren wie Quadrate und Rechtecke finden sich häufig als strukturelle materielle Hinterlassenschaft. Sie sind dem Archäologen also vertraut. Aufgrund der Rolle des Gedächtnisses bei der Kategorisierung genügt das Vorhandensein einer bestimmten Menge von Daten, damit das vollständige Bild einer

Gestalt hergestellt werden kann: „Je vertrauter mir eine Situation oder Gestalt ist, desto weniger »Eckdaten« benötigt mein Wahrnehmungssystem, um ein als vollständig empfundenes Wahrnehmungsbild zu erzeugen, das zu diesen Eckdaten paßt“ (Roth 1997, 268). Dadurch werden auch zufällig vorhandene Farbunterschiede im Boden oder Getreide gerne zu solchen Formen visuell zusammengefasst. Dies geschieht bevorzugt in Situationen, wo wenig Zeit für Reflexionen vorhanden ist oder wo man eine kritische Betrachtung der eigenen Interpretation hintanstellt.

Wie gezeigt werden konnte, haben Gestaltgesetze auch bei der Luftbildarchäologie ihre Gültigkeit – und zwar unabhängig davon, ob die Landschaft bei einer Befliegung aus der Luft abgesucht, oder ein Luftbild im Büro betrachtet wird. In beiden Fällen spielen Hintergrundwissen, Erfahrung, Interesse, Stimmung, Gefühl und Konzentration bei der Wahrnehmung eine wichtige Rolle und können im positiven Sinn dazu führen, Fehlinterpretationen zu vermeiden und die wesentlichen, in unserem Fall archäologischen Strukturen aus der Fülle an Information herauszufiltern. Dies sei nach Irwin Scollar zwar nicht wissenschaftlich (im Sinne der Naturwissenschaften), aber effizient und vor allem erfolgreich (Scollar 1990, 29). Andererseits ist das, was wahrgenommen wird, durch diese Faktoren gefiltert und selektiert und somit als subjektiv voreingenommen zu betrachten: „To a certain extent you cannot see ‚what is there‘ until you know how to look for it“ (Hodder 1999, 36).

10.4.5.2 Von der Wahrnehmung zur Interpretation

Kenneth Brophy argumentiert völlig zu Recht, dass sich die Interpretation durch den gesamten Prozess der Luftbildherstellung hindurchzieht: „aerial photography is an interpretative process from start to finish“ (Brophy 2002, 36). Man könnte dieses Argument auch auf den gesamten luftbildarchäologischen Prozess ausdehnen. Umso erstaunlicher ist das Fehlen entsprechender Publikationen, welche sich mit der archäologischen Interpretation von Luftbildern auseinandersetzen. Meist handelt es sich dabei um Leitfäden, wie man (bezogen auf die Landschaften Großbritanniens) beim Fliegen oder bei der Bildbetrachtung archäologische von anderen Merkmalen unterscheidet (z. B. Scollar 1965; Riley 1987; Wilson 2000). Arbeiten, welche sich systematisch mit der detaillierten Interpretation und Kartierung der einzelnen Strukturen beschäftigen, gibt es nur wenige (zuletzt: Musson et al. 2005, 107 ff.). Dabei ist es gerade die detaillierte Kartierung, welche archäologisches Wissen in lesbarer, interpretierter Form weitergibt und im Rahmen von GIS anderen Archäologen zur Verfügung stellt (Palmer 1984; Stoertz 1997; Doneus et al. 2000; Bewley 1999, 2005, 22 f.).

Prinzipiell kann man im luftbildarchäologischen Prozess drei Arten von Interpretation unterscheiden: die Herstellung von Schrägaufnahmen, die Bildbetrachtung und die detaillierte Interpretation (Kartierung). In jedem Fall wird versucht, aus dem Vorhandensein und der Struktur von Sichtbarkeitsmerkmalen eine eventuelle archäologische Bedeutung herauszulesen. Die Verwendung des Begriffs „lesen“ kommt in diesem Zusammenhang nicht von ungefähr. Bereits seit Langem werden die archäologischen und historischen Spuren des Menschen an der Erdoberfläche mit den Symbolen und Schriftzeichen eines Palimpsests verglichen (Aston, Rowley 1974, 14). Diese Spuren können durch die unterschiedlichsten Methoden gelesen und wie ein Text interpretiert werden:

„… in all areas of discovery, the data are never entirely objective or simply ‚given‘. Rather, we always have to ‘read’ the object of study in terms of our tools, concepts, expectations and values” (Hodder 1999, 32).

Deshalb ist auch hier die *Hermeneutik* als Kunst der Auslegung die bei der Luftbildinterpretation zugrunde liegende methodische Grundlage: Die beiden Aspekte des hermeneutischen Zirkels (Teichert 1996, 850) sind in der luftbildarchäologischen Interpretation von Relevanz:

(1) Zwischen dem Ganzen und seinen Teilen gibt es eine wechselseitige Bedeutungszuweisung (intratextueller Zirkel – Teichert 1996, 850): Die Interpretation einzelner Komponenten etwa einer Fundstelle wird durch ihre im Vorfeld angenommene Bedeutung beeinflusst, welche sich wiederum aus der Summe ihrer interpretierten Komponenten erschließt: Eine Interpretation ist somit immer vorläufig. Jede neue Befliegung bringt neue Information, welche in das interpretierte Ganze passen muss. Tut sie es nicht, so ist die Interpretation des Ganzen zu hinterfragen. Ein Beispiel dafür findet sich bei Dave Cowley und soll hier in seiner ganzen Länge wiedergegeben werden:

„The cropmark site at Lagg … was being transcribed (i.s. computer mapped) as part of a block of work across three 1:10,000 map sheets containing large numbers of cropmark sites, and was initially interpreted and drawn out as a long barrow with some kind of mortuary structure … . During the process of peer review of the mapping and accompanying text, it was suggested that what was recorded was in fact a square barrow, with a central grave-pit and two parallel lines of pits extending away from the burial. As this was pointed out by a colleague my … perception of the monument changed and I found myself unable to rationalise why I had not seen the site in this way before – it was by this stage obvious that it was a indeed square barrow and rows of pits!” (Brophy, Cowley 2005b, 18).

(2) Bei jeder Interpretation – sei es in der Luft oder am Schreibtisch – ist ein Vorverständnis vorhanden, was zu einer paradoxen Situation führt: Die eigene Erfahrung ist Teil des Wissens um das, was verstanden werden soll (Text-Kontext-Zirkel – Teichert 1996, 851). Im Idealfall hilft das Vorwissen bei der Entdeckung/Interpretation der Fundstelle und ihre Interpretation erweitert das Vorwissen, was in der Folge zu einer Korrektur oder Verbesserung vergangener und zukünftiger Interpretationen führt. In diesem Sinne wird auch gerne von einer hermeneutischen Spirale gesprochen (Teichert 1996, 851; Veraart, Wimmer 1995, 88; Hodder 1999, 43; Brophy 2005b):

„Aerial archaeology is a hermeneutic process, in this case a spiral with no real beginning and no possible end" (Brophy 2002, 37).

Das Verständnis des hermeneutischen Zirkels bzw. der Spirale bietet eine Möglichkeit der Selbstkorrektur und hilft, die eigene Praxis zu hinterfragen (Brophy 2005b, 7). Die Aussage Jim Pickerings, Schrägbefliegung sei eine Sache von Piloten und nicht von Archäologen, da letztere aufgrund ihres Vorwissens indoktriniert seien, setzt Vorwissen mit Vorurteil gleich und kann deshalb nur dann unwidersprochen bleiben, wenn sie sich auf konkrete negative Beispiele bezieht:

„I think one of the problems of using an archaeologist is that they already have too many prejudices. They have been indoctrinated, have learned, archaeology as things like stratified layers, and I think this is a disadvantage" (Pickering, Palmer 1994, 28).

Im Gegensatz zu Pickerings Meinung ist meines Erachtens Vorwissen kein Problem, sondern vielmehr eine Bedingung für luftbildarchäologische Interpretation. Es ist Grund dafür, dass zwei Personen, auch wenn sie dasselbe sehen, Unterschiedliches wahrnehmen (Chalmers 1999, 9). Nur eine Person mit entsprechend archäologischem Vorwissen wird in den Farbunterschieden eines Getreidefeldes die Grundrisse von Siedlungen oder Gräberfeldern etc. erkennen können. Wichtig ist jedoch eine konsequente Selbstkorrektur des Vorwissens im Sinne der hermeneutischen Spirale:

„Das fachliche Wissen schützt vor Fehlinterpretationen. Das fachliche Hintergrundwissen ist zwar für die routinemäßige Interpretation – nach entsprechendem Interpretationstraining – nicht unbedingt erforderlich, es ist aber unbedingte Voraussetzung für die Analyse der Interpretationsergebnisse" (Kraus 1990a, 368).

Um Luftbilder archäologisch zu interpretieren, bedarf es daher zweier Arten von Vorwissen (Wilson 2000, 217):

(1) Wissen über die Faktoren, welche für die Ausbildung von archäologischen Sichtbarkeitsmerkmalen verantwortlich sind.

(2) Kenntnis der archäologischen Strukturen selbst.

10.4.5.2.1 Beobachtung in der Luft (Flugprospektion)

Eine erste Interpretation erfolgt bereits während der Flugprospektion und gibt bei Schrägaufnahmen den eigentlichen Anstoß zur Dokumentation der archäologischen Fundstelle. Beim Betrachten der Landschaft aus dem Flugzeug heraus muss man in der Regel mit sich rasch verändernden Perspektiven zurande kommen. Die Ansicht der Landschaft ist nicht statisch; Wind, Temperatur oder Gerüche werden ebenfalls wahrgenommen. Für das Herausfiltern des Wesentlichen bleibt wenig Zeit.

Dadurch läuft man besonders während dieser rasch zu erfolgenden Interpretationstätigkeit Gefahr, bei der Entscheidung, bestimmte Strukturen am Boden zu dokumentieren oder zu ignorieren von einigen der in den Gestaltgesetzen dargestellten Phänomenen „betrogen" zu werden. Zusätzlich ist man bewusster oder unbewusster Voreingenommenheit ausgesetzt und dokumentiert mitunter nur eine tendenziöse Auswahl der am Boden eigentlich sichtbaren Fundstellen und Strukturen. Kenneth Brophy nennt drei prinzipielle Strategien, der Voreingenommenheit zu entgegnen (Brophy 2005, 36 ff.): eliminieren, im Nachhinein statistisch entzerren oder akzeptieren und kommt zu dem Schluss, dass das Akzeptieren dieser Tatsache letztendlich die einzig sinnvolle Variante ist (Brophy 2005, 46): Subjektivität ist Teil luftbildarchäologischer Praxis (Brophy 2002, 33). Wichtig ist somit, Beobachtungen bewusst und kontrolliert durchzuführen und Voreingenommenheit im Sinne der hermeneutischen Spirale durch konstante Reflexion und Selbstkritik zu erkennen und daraus zu lernen. Es bedarf somit großer Erfahrung, die Beobachtung darf dabei jedoch nicht zur Routine werden. Routine ermöglicht ein Handeln bei geringer Aufmerksamkeit. Aufmerksamkeit ist jedoch der bestimmende Faktor, um aus Gesehenem Wahrgenommenes zu machen. Nur das, worauf wir unsere Aufmerksamkeit richten, nehmen wir auch wahr. Da Aufmerksamkeit pro Zeiteinheit nicht beliebig steigerbar ist (Roth 1997, 221 f.) bedarf es der Routine bei allen Handlungen, welche während der Flugprospektion anfallen (Fotografie, Film/Speicherkartenwechsel, Protokoll, Navigation etc.), damit der Beobachtung selbst die gesamte Aufmerksamkeit gegeben werden kann.

Aufmerksamkeit und Erfahrung sind die wichtigsten Faktoren einer zielgerichteten Wahrnehmung und einer Minimierung von Voreingenommenheit. Die Aufmerksamkeit ist jedoch stark abhängig von situationsbezogenen Faktoren. Stimmung, physische Verfassung, aber auch persönliches Interesse kann die Aufmerksamkeit beeinflussen oder auf bestimmte Ziele lenken. Selbst mit kartierten Flugwegen können wir daher nicht mit Sicherheit sagen, ob das, was be-

flogen wurde auch tatsächlich vollständig und aufmerksam abgesucht wurde:

„…we may know where an aircraft has flown, but we have no certain way of knowing where the observer has looked or how much evidence would have been visible from his flight path" (Palmer 1978, 136).

Voreingenommenheit ist nur ein Teil des Vorwissens, welches bei jeder Schrägaufnahme „mitfliegt". I. Hodder (1999, 49 f.) nennt im Kontext mit archäologischen Ausgrabungen noch weitere Aspekte, welche das Vorwissen beeinflussen, wie Fragestellung, Dokumentationskriterien, persönliche Fähigkeiten, soziale Stellung und Geldgeber (vgl. auch Żuk 2005, 26 ff.). Das Vorwissen ist, wie bereits weiter oben ausgeführt, eine Voraussetzung, überhaupt archäologisch Relevantes als solches zu erkennen und letztendlich zu dokumentieren. Erst durch das Vorwissen können wir das am Boden Wahrgenommene erkennen und durch Interpretation einer archäologischen Kategorie zuweisen. Kategorisierung, d. h., „das Eingruppieren von Wahrnehmungsinhalten" ist ein wesentliches Element der Wahrnehmung (Roth 1997, 188). Dies geschieht letztendlich durch Benennen bzw. Verbalisieren des Gesehenen:

„The whole process of observation and interpretation is also the process of categorising and verbalising (and at the time narration making). Each observed feature is constantly named and categorised… So while taking an oblique photograph its textualisation takes place even before the physical moment of taking the photo…" (Rączkowski 2002b, 321).

Wenn mehrere Personen dasselbe Merkmal wahrnehmen, so hängt es in erster Linie vom Vorwissen ab – man könnte es auch Erfahrung oder Fragestellung nennen – wie sie dieses Merkmal beurteilen:

„Different archaeologists with varying levels of experience and under different conditions may well see physically exactly the same thing from the air or on an air photo, but what they think they are seeing and how they label and describe it may well vary" (Brophy 2005a, 41).

Dies zeigt deutlich, dass so etwas wie objektive Kriterien, welche es ermöglichen, alles archäologisch relevante bei einer Schrägbefliegung zu finden und zu dokumentieren nicht geben kann – bestenfalls sind sie ein Wunschdenken. Gerade diese Überlegungen haben in den letzten Jahren dazu geführt, die Dokumentation anhand von Senkrechtaufnahmen verstärkt zu propagieren. Bei der Interpretation von Senkrechtaufnahmen wird man zwar auf die gleiche Problematik von Vorwissen und Voreingenommenheit stoßen. Der große Unterschied ist jedoch, dass ein Nichterkennen archäologisch relevanter Sichtbarkeitsmerkmale keinen Einfluss auf deren Dokumentation hat: Eine Re-Interpretation ist möglich, genauso wie eine Interpretation desselben Bildmaterials durch verschiedene Personen mit unterschiedlichem Vorwissen. Zudem können auch andere Quellen – etwa Luftbilder aus anderen Befliegungen – bei der Interpretation herangezogen werden.

Prinzipiell gibt es zwei Arten von Fehlern, welche bei der Interpretation gemacht werden können – egal ob bei der direkten Beobachtung im Flugzeug oder anhand der Bildinterpretation von Senkrecht- und Schrägaufnahmen am Schreibtisch:

(1) Ein Sichtbarkeitsmerkmal wird als archäologisch relevant interpretiert, obwohl es keine archäologische Struktur anzeigt und somit fälschlicherweise dokumentiert.

(2) Ein Sichtbarkeitsmerkmal wird als nicht archäologisch relevant interpretiert, obwohl es eine archäologische Struktur angezeigt hätte und somit nicht dokumentiert, nicht aus Senkrechtaufnahmen umgezeichnet.

Man kann lange darüber diskutieren, welcher Fehler der schlimmere ist. Im Endeffekt wird die Wertung durch die jeweilige Fragestellung vorgegeben sein. Bei Fehler (1) sind die Auswirkungen jedenfalls nicht so gravierend. Vor allem in Bezug auf den Denkmalschutz gilt sicherlich das Argument: „lieber eine Fundstelle zu viel als zu wenig". Durch Verifikation anhand einer zweiten Prospektionsmethode kann man diesen Fehler auch weitgehend ausschließen. Fehler (2) resultiert vor allem bei Befliegungen zu einer nicht dokumentierten Fundstelle, die im Extremfall unwiederbringlich verloren gehen kann.

Aus diesem Grund scheint es angebracht, lieber zu viel als zu wenig zu dokumentieren und gegebenenfalls eine Verifikation vor Ort durchzuführen. Otto Braasch meint dazu:

„Wer ängstlich nur bekannte Befunde aufnimmt, bleibt methodisch zwar auf einer „sicheren", für die weitere Entwicklung der Methode jedoch auf wenig Erfolg versprechender Seite – hier öffnet sich ein Scheideweg für vorsichtige orthodoxe und für spekulativ neugierige Geister" (Braasch 2005, 11).

10.4.5.2.2 Bildbetrachtung

Das bislang Gesagte gilt auch für alle anderen Schritte der Interpretation. Hermeneutische Spirale, Subjektivität und Voreingenommenheit sind auch wichtige Aspekte der Bildbetrachtung oder der detaillierten Kartierung. Der große Vorteil einer Luftbildauswertung am Schreibtisch ist die Möglichkeit, sämtliche für die entsprechende Fragestellung relevante Informationen zusammenzutragen und in die Interpretation als zusätzliches Vorwissen mit einfließen zu lassen. Um diesen Vorteil zu nutzen, ist es daher wichtig, möglichst alle greifbaren Luftbilder für die Interpretation heranzuziehen, wobei die besten Bilder für die spätere detaillierte Kartierung ausgewählt werden.

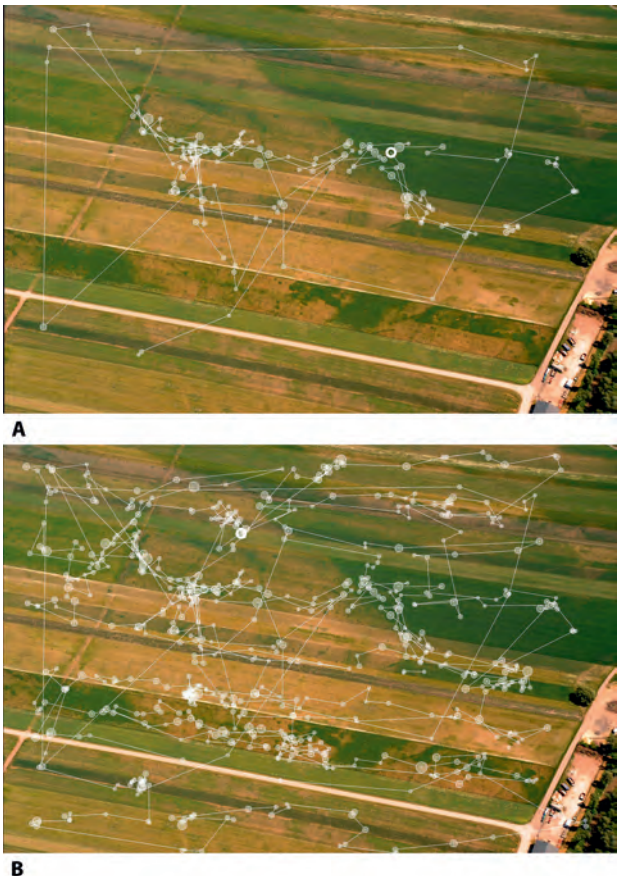


Abb. 94: Kartierung der Blickrichtung beim Betrachten eines Luftbildes. A: 30 Sekunden, B: 120 Sekunden Betrachtungszeit. (Grafik: LeB – Labor für empirische Bildwissenschaft, Institut für Kunstgeschichte der Universität Wien).

Der größte Nachteil besteht darin, dass man mit bereits vorgegebenem Bildmaterial arbeiten muss. Viele Entscheidungen (Zeitpunkt, Blickrichtung, Sensor, Flugweg, Flughöhe etc.) sind bereits gefallen und nicht mehr zu ändern. In Abhängigkeit von vielen Faktoren ist die Verlässlichkeit der Abdeckung eines Gebietes höchst unterschiedlich und schwer quantifizierbar. Vor allem dort, wo Herstellung und archäologische Interpretation von verschiedenen Personen durchgeführt werden (wie dies vor allem in Großbritannien sehr häufig der Fall ist: Musson et al. 2005, 107), ist diese Problematik verstärkt gegeben. Der Fotograf ist die einzige Person, welche die Fundstelle in ihrem gesamten Kontext von allen Seiten sehen und betrachten konnte – was übrig bleibt, sind eine Anzahl von Fotografien, eingefrorene Momentaufnahmen, deren Position, Ausschnitt, Maßstab etc. vom Fotografen nach eigenem Gutdünken je nach Vorwissen, Erfahrung, fotografischem Know-how und Fragestellung erzeugt wurden. Vor allem, wenn nur Schrägaufnahmen ohne Metainformation (z. B. aufgezeichnete Flugwege, Fragestellung …) zur Verfügung stehen, muss man sich der Tatsache bewusst sein, dass man es häufig mit einem unsystematischen Sample des Arbeitsgebietes zu tun hat.

Die in den Luftbildern sichtbaren Objekte werden aufgrund von diversen Interpretationsfaktoren (relative Helligkeit, Farbton und Farbsättigung einer Fläche, Form und Größe von Objekten, Textur der Oberfläche, Schattierungen, Schlagschatten, relative Lage von Objekten, stereoskopischer Effekt – Albertz 2007, 124 ff.) identifiziert und archäologisch relevante Informationen erkannt. Wichtig ist die Erstellung eines Interpretationsschlüssels speziell für den Untersuchungsraum, für den ein bereits existierender Korpus an Fundstellen von Vorteil ist. Aufgrund der bereits existierenden Fundstellen und ihrer Sichtbarkeitsmerkmale lassen sich auch unbekannte Plätze entdecken. Vorsicht ist in jedem Fall geboten, denn auch die vorhandenen Fundstellen sind Resultat einer oft langen archäologischen Tradition und als solches nicht frei von einseitigen Darstellungen, Selektionen und anderen Voreingenommenheiten. Es besteht daher immer die Möglichkeit, Neues, bisher Unkategorisiertes zu entdecken. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, ist es weiters notwendig, den Interpretationsschlüssel um Spuren aus Geomorphologie, Geologie und moderner Landnutzung des Untersuchungsraumes zu erweitern, um Strukturen nicht archäologischen Ursprungs besser herauszufiltern zu können.

Am häufigsten treten dabei geologische Merkmale sowie Spuren landwirtschaftlicher Tätigkeiten auf. Auch andere rezente Strukturen wie Pipelines, Entnahmegruben, Bombentrichter sowie Spuren temporärer Einrichtungen sind häufig zu beobachten und zeichnen sich ebenso anhand von Sichtbarkeitsmerkmalen ab, wie archäologische Strukturen. Aber auch simple fotografische Fehler, wie Staub, Kratzer, Wassertropfen oder Reflexionen können bei der Interpretation problematisch sein. Zahlreiche Beispiele und nähere Information zu Kriterien der Unterscheidung aller hier erwähnten Sichtbarkeitsmerkmale nicht-archäologischen Ursprungs findet man in zahlreichen einschlägigen Publikationen (u. a. Wilson 2000, 163 ff., 1975c; Musson et al. 2005, 112 ff.; Riley 1987, 83 ff.).

Bei der Bildbetrachtung geht die menschliche Wahrnehmung nicht kontinuierlich vor. Vielmehr „hüpft“ unsere Aufmerksamkeit von einem punktuellen Bereich des Bildes zu einem Anderen (sog. Sakkade), welcher nicht unbedingt in der direkten Nachbarschaft liegen muss. Kartierungen der Augenbewegungen haben ergeben, dass sich der Blick vor allem auf jene Bereiche eines Bildes richtet, welcher in Abhängigkeit von der Fragestellung am interessantesten erscheint (Abb. 94). Dabei wird unsere Aufmerksamkeit vor allem auf prägnante Bereiche mit auffälligen Farben und

Kontrasten gelenkt (Yarbus 1967). Der Grund für diese sprunghafte Bildbetrachtung durch Sakkaden und Pausen liegt in der Physiognomie unserer Augen: Nur im Bereich der Fovea, also auf geradem Weg zwischen Linse und Netzhaut sehen wir wirklich scharf und deutlich (Maffei, Fiorentini 1997, 201–204).

Das von Punkt zu Punkt Gehen bei der Bildbetrachtung könnte auch ein Grund dafür sein, dass wir gerne Strukturen als zusammengehörend erkennen. Wie bereits I. Scollar bemerkte, beginnt man nur allzu leicht, Bedeutungsvolles zu erfinden: „It seems that if one stares long enough at a diffuse image, one's imagination will allow one to see almost anything" (Scollar 1990, 27). Besonders Kreise und andere geometrische Formen lassen sich auf diese Weise leicht aus unterschiedlichen, zufällig zusammenkommenden Objekten generieren. Wichtig ist deshalb eine gehörige Portion Selbstkritik. Eine kritische Betrachtung zeigt nur allzu oft, dass diese Figuren aus zufälligen Kombinationen verschiedener landwirtschaftlicher, geologischer und zum Teil auch archäologischer Merkmale ohne Bezug zueinander bestehen. Ein nicht-archäologisches berühmtes Beispiel sind die Marskanäle: Im Jahr 1877 glaubte der italienische Astronom Giovanni Schiparelli, lineare Strukturen auf der Marsoberfläche zu erkennen. Obwohl es sich dabei – wie wir heute wissen – um optische Täuschungen handelt, wurden diese in der Folge von zahlreichen weiteren namhaften Astronomen beobachtet und kartiert, und waren Ausgangspunkt für die Idee von „Marsmenschen". Diesbezüglich mahnte Carl Sagan:

„Selbst professionelle Wissenschaftler können beim Erkennen von Mustern ernsthafte, ja schwere Fehler begehen. Besonders da, wo das, was wir zu sehen glauben, von großer Bedeutung zu sein scheint, bringen wir vielleicht nicht die angemessene Selbstdisziplin und Selbstkritik auf. Der Mythos von den Marskanälen stellt ein wichtiges Lehrbeispiel dar" (Sagan 1997, 74).

In vielen Fällen bleibt es bei einer Bildbetrachtung und kurzen Beschreibung seines Inhaltes. Oft wird daher nicht interpretierend über Siedlungsgruben, sondern nur beschreibend über kreisförmige, ovale etc. Bewuchsmerkmale gesprochen. Die Fundstelle ist erkannt und das Luftbild verschwindet wieder in den Tiefen des Archivs. Diese Art der Interpretation, die oftmals über eine simple Bildbeschreibung nicht hinausgeht, ist jedoch in vielen Fällen nicht befriedigend. Auch wenn dies etwa für eine Unterschutzstellung einer Fundstelle ausreichen mag, ist dies im Sinne einer landschaftsarchäologischen Auswertung zu wenig und kommt einem Informationsverlust gleich. Deshalb ist in diesen Fällen auch eine Detailinterpretation notwendig.

10.4.5.2.3 Detailinterpretation

Mit „Luftbildarchäologie" wird meist nur das Auffinden und Dokumentieren von archäologischen Fundstellen aus der Luft assoziiert. Die Herstellung von archäologischen Luftbildern ist allerdings nur eine – wenn auch eine sehr wichtige – Facette aus dem Arbeitsspektrum eines Luftbildarchäologen. Denn die in den Archiven gesammelten Luftbilder müssen weiter bearbeitet werden, um aus der Fülle an unterschiedlichsten Informationen den für den Archäologen relevanten Teil herauszufiltern. Auch diese Aufgabe obliegt dem erfahrenen Luftbildarchäologen, der die Aufnahmen systematisch interpretiert und kartiert, um den fotografierten Schatten-, Boden- oder Bewuchsmerkmalen ihre archäologische Bedeutung zu entlocken.

L. Maffei und A. Fiorentini konnten in Bezug auf die Kunst feststellen, dass dort, wo die Darstellung von Umrissen im Vordergrund steht, die Mitteilung von Wissen beziehungsweise Nachrichten zentrales Element ist (Maffei, Fiorentini 1997, 49). Darstellungen, welche mit Licht, Schatten und Farben operieren, rücken eher die emotionale Ebene ins Zentrum ihres Interesses. Auf die Luftbildarchäologie übertragen bedeutet dies, dass auch das Beste, nach technischen Gesichtspunkten (für die Interpretation optimaler Blickwinkel, Ausschnitt so gewählt, dass genügend gut verteilte Passpunkte sichtbar sind etc.) erzeugte Luftbild, wenn es als solches in einer Interpretation abgebildet wird, vom Betrachter in der Regel nicht als wissensvermittelnd, sondern als die emotionale Ebene betonende Illustration empfunden wird. Je nach Interesse, Wissen, Erfahrung und Aufmerksamkeit *kann* ein Luftbild einen Erkenntnisanstoß geben; dies geschieht aber nicht zwingend. Im Gegensatz dazu ermöglicht eine interpretative Umzeichnung des Bildinhalts in eine Karte, die Erkenntnis des Interpretierenden zwingend zu vermitteln. Eine gute Interpretation kann und sollte von jeder fachkundigen Person verstanden werden können. Erst die Umzeichnung, Interpretation des Bildes wird daher bewusst oder unbewusst wissenschaftliche Anerkennung ernten.

Eine luftbildarchäologische Interpretation muss deshalb eine Kartierung beinhalten (Musson et al. 2005, 107), oder, wie Ian Hodder es in Bezug auf die Grabung ausdrückt: „It is the interpretive component that makes the data useful" (Hodder 1999, 69). Erst die Darstellung luftbildarchäologischer Information innerhalb eines für den Archäologen verständlichen, entzerrten und maßstäblichen Planes eröffnet dem Archäologen weitere Möglichkeiten der Integration dieser Information in die eigene Fragestellung.

Die Detailinterpretation kann in vielen Fällen nur von erfahrenen Archäologen, welche mit den luftbildarchäologischen Problematiken vertraut sind, zufriedenstellend durchgeführt werden. Ist dies nicht der Fall, so kann es zu

Fehlinterpretationen und einer falschen Einschätzung des Aussagepotenzials kommen (vgl. Kapitel 11).

Neben dieser Vermittlung archäologischen Wissens in Form von verständlichen Plänen gibt es auch andere Gründe, welche eine detaillierte Kartierung notwendig machen (vgl. Doneus 2001b; Musson et al. 2005, 108). Oft ist es die lückenhafte Information in einzelnen Luftbildern, welche dazu führt, dass erst nach mehreren Befliegungen zu unterschiedlichen Jahren und Jahreszeiten ein halbwegs vollständiges Bild einer Fundstelle vorhanden ist. Zusammenhänge lassen sich dabei in den einzelnen Schrägaufnahmen nur schwer erkennen. Erst durch die gemeinsame Kartierung aller Bildinhalte ist dies möglich.

Durch die mit einer Kartierung zuvor einhergehenden geometrischen Entzerrungen der Bildinhalte erfolgt auch eine mehr oder weniger genaue Georeferenzierung. Diese ist Voraussetzung für eine Kombination der luftbildarchäologischen Information mit geografischen Daten oder den Ergebnissen zusätzlicher Prospektionsmethoden (Doneus, Neubauer 1998) und eröffnet somit weitere Möglichkeiten der Analyse. Ergänzt durch detailliertere Prospektionsmethoden, wie Feldbegehung und vor allem geophysikalische Messungen, erhält der Archäologe in der Folge Pläne einer kleinräumigen archäologischen Landschaft - eine Grundlage, die es ihm ermöglicht, konkrete Forschungsfragen zu definieren, und mit gezielt angelegten Grabungen zu untersuchen.

Entzerrung

Bei der Detailinterpretation werden die einzelnen erkannten Merkmale isoliert, bewertet und umgezeichnet, bzw. kartiert. Es hat sich dabei als zweckmäßig herausgestellt, die geometrischen Verzerrungen (schräger Aufnahmewinkel, die Höhenunterschiede am Boden oder die Objektivverzeichnung der Kamera) der zuvor ausgewählten Luftbilder in einem ersten Schritt zu entzerren und die Umzeichnung auf Basis der Entzerrungen bzw. Orthofotos innerhalb eines GIS auszuführen.

Es gibt unterschiedlichste Methoden zur Entzerrung (Scollar 2008); ihre Bandbreite reicht von eher einfachen Techniken, wie zum Beispiel der Papierstreifenmethode (Palmer 1995a, 35 f.; Musson et al. 2005, 138 ff.; Riley 1987, 68 f.), bis zu komplexen Verfahren, wie dem fotogrammetrischen Bündelblockausgleich (Doneus 2001b; Zantopp 1995; Scollar et al. 1990, 242 ff.). Zudem gibt es einige, speziell auf die Anforderungen der Luftbildarchäologie zugeschnittene Programme (Haigh 1996; Haigh 1998; Haigh 2000; Haigh 2005; Scollar 1998, 2002; Doneus, Scollar 2006). Neuestens gibt es mit Structure Form Motion (SFM) und Multi-View Stereo auch weitgehend automatisierte Lösungen aus dem Bereich der Computer

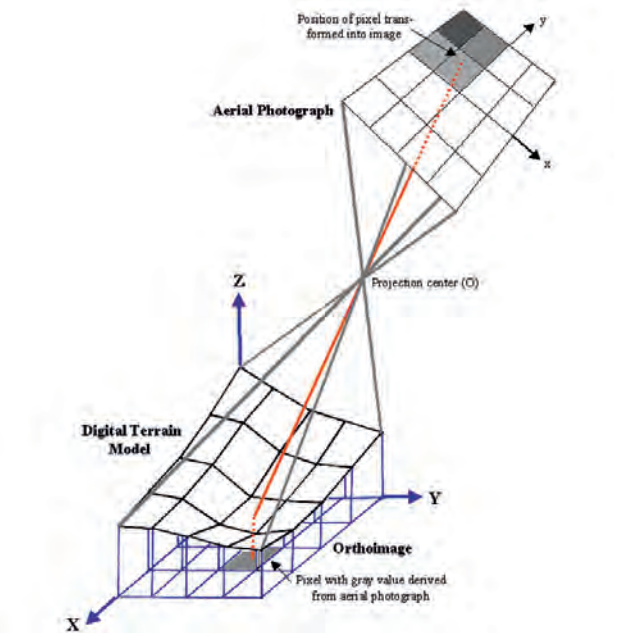


Abb. 95: Schematische Darstellung der Herstellung eines digitalen Orthofotos durch Differenzialentzerrung (Grafik: Michael Doneus – nach Ecker 1991, Abb. 4.7).

Vision (Verhoeven et al. 2012). Die Wahl der geeigneten Methode muss sich am Ausgangsmaterial, den erwarteten Resultaten und der damit verbundenen erforderlichen Genauigkeit orientieren.

Die geometrische Beziehung zwischen der zweidimensionalen Abbildung und dem fotografierten dreidimensionalen Gelände kann bei allen Methoden über sogenannte Passpunkte gefunden werden. Dies sind Objektpunkte, die im Luftbild klar zu erkennen sind und deren Koordinaten je nach Anforderung im Gelände geodätisch vermessen, aus Stereobildern auf fotogrammetrischem Weg bestimmt oder aus Karten oder Orthofotos entnommen werden (je nach Bildmaßstab z. B. Kanaldeckel, Dachgiebel oder Wegkreuzungen). Sie sollten den auszuwertenden Bereich gleichmäßig verteilt umrahmen.

In vielen Fällen ist eine einfache oder ebene Entzerrung ausreichend. Soll diese mit einer hinlänglichen Genauigkeit erfolgen, muss der zu entzerrende Bereich des Luftbildes in einer Geländeebene liegen. Ist dies nicht der Fall, so wird die Entzerrung in Abhängigkeit vom Relief ungenau. Der geometrische Bezug zwischen Bild- und Geländeebene wird über mindestens vier, um den auszuwertenden Bereich verteilte Passpunkte hergestellt, welche ebenfalls in der Geländeebene liegen müssen (Dachgiebel sollten daher z. B. vermieden werden). Die Entzerrung kann über grafische Verfahren (z. B. Papierstreifenmethode), Luftbildumzeichner, optisch-fotografische Entzerrung und die heute üblichen digitalen Lösungen erfolgen.

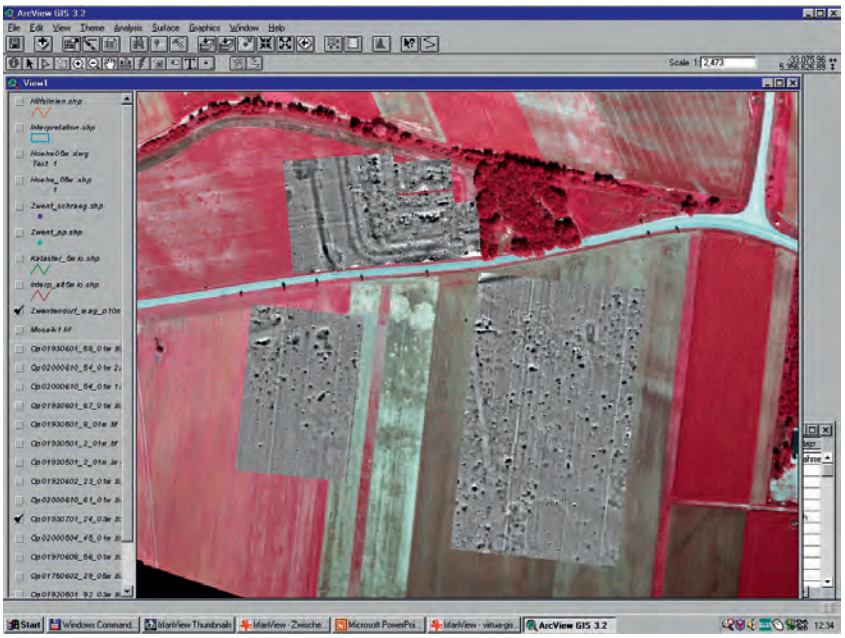


Abb. 96: Ausschnitt einer Arbeitssitzung mit ArcView 3.3; entzerrtes Luftbild und Magnetogramm werden kombiniert dargestellt und können kombiniert ausgewertet werden (Grafik: Michael Doneus).

Vor allem, wenn es um die Auswertung der Strukturen innerhalb einer Fundstelle geht, werden hohe Ansprüche an Detailliertheit und Genauigkeit gestellt. Hierbei stehen die Dimensionen der Strukturen sowie deren räumliche Anordnung zueinander und in Bezug auf Topografie oder Himmelsrichtungen im Vordergrund. Von Interesse sind dabei etwa die Breite und geometrische Form der Befestigungsgräben, Länge, Breite und Fläche von Hausgrundrissen, Durchmesser von Grabhügeln, die Orientierung von Gräbern in Bezug auf die Himmelsrichtungen oder die Orientierung von Gebäuden zueinander. Die Kenntnis dieser Angaben ist Voraussetzung für den Vergleich von Strukturen untereinander, die Herauskristallisierung verschiedener Bau- oder Besiedelungsphasen oder für ein Klassifizierungsschema.

Auch die Kombination mit geophysikalischen Prospektionsmethoden, wie der Geomagnetik oder der elektrischen Widerstandsmessung, die archäologische Strukturen sehr detailliert zeigen können und deren Lagegenauigkeit oftmals im Bereich von ± 20 cm liegt, erfordert eine ähnlich hohe Genauigkeit der Luftbildentzerrung (Doneus, Neubauer 1998). Werden derart hohe Anforderungen an die Qualität einer Kartierung der archäologischen Strukturen gestellt, so können diese nur unter Zuhilfenahme der Photogrammetrie erfüllt werden.

Ist das Relief zu stark ausgeprägt, so ist in diesem Fall eine Ebenenentzerrung nicht mehr ausreichend genau. Das Luftbild muss mithilfe fotogrammetrischer Methoden orientiert, d. h. die innere Kamerageometrie (innere Orientierung) sowie die räumliche Lage der Kamera zum Zeitpunkt der Aufnahme (äußere Orientierung) über Passpunkte rekonstruiert werden (Kraus 2004, 201 ff.). Je nach Menge, Qualität und Art der vorhandenen Luftbilder werden unterschiedliche Prozeduren für die Orientierung angewandt. Allen gemeinsam ist jedoch, dass sie sich der fotogrammetrischen Methode bedienen.

Bei der Herstellung von Senkrechtaufnahmen kommen spezielle Messkameras zum Einsatz, deren Brennweite, Bildformat (vier sog. Rahmenmarken) und Optik exakt bestimmt (kalibriert) sind. Hat man zwei Bilder, die sich meist zu 60 % überlappen (Stereomodell), kann man sie mittels optischer Geräte stereoskopisch (dreidimensional) betrachten. Dabei müssen die beiden Aufnahmen unter einem Stereoskop solange zueinander verschoben werden, bis ein räumliches Bild entsteht (relative Orientierung). Identifiziert man nun in diesem Stereomodell mindestens drei zuvor im Gelände geodätisch vermessene Passpunkte, so kann man die genaue Aufnahmeposition bestimmen (absolute Orientierung) und in der Folge die dreidimensionalen Koordinaten jedes weiteren beliebigen Punktes berechnen. Dies bedeutet, dass man mit Hilfe von Senkrechtaufnahmen dreidimensional auswerten kann. Diese Eigenschaft wird vor allem zur Vermessung digitaler Geländemodelle (DGM – Engl.: Digital Terrain Model – DTM) genutzt.

Nach der Orientierung wird aus dem Luftbild durch eine Differenzialentzerrung ein georeferenziertes Orthofoto (Fotokarte) berechnet (Abb. 95). Diese entzerrten Fotos haben einen einheitlichen Maßstab und somit die geometrische Eigenschaft einer Karte. Dabei werden die durch das Geländerelief verursachten Lagefehler unter Verwendung des digitalen Geländemodells korrigiert. Am Luftbildarchiv des Instituts für Ur- und Frühgeschichte in Wien können wir bei der Anwendung fotogrammetrischer Techniken auf eine langjährige Entwicklung zurückblicken (Doneus, Neubauer 1997, 20 ff.).

Umzeichnung

Die eigentliche Detailinterpretation erfolgt heute zumeist unter Verwendung von geografischen Informationssystemen. Diese sind in den letzten Jahren zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel in der archäologischen Prospektion

geworden (vgl. Neubauer 2004). Orthofotos können mit anderen Bildern und deren Auswertungen desselben Raumes überlagert werden, wobei Zusammenhänge zwischen den im aktuellen Orthofoto erkennbaren archäologischen Strukturen und den aus anderen Luftbildern kartierten Merkmalen sofort ersichtlich sind. Dies bedeutet eine enorme Erleichterung für die Interpretationsarbeit und vermindert einerseits die Gefahr von Fehlinterpretationen, andererseits können zuvor aus anderen Bildern umgezeichnete Strukturen reinterpretiert und gegebenenfalls korrigiert werden.

Die Orthofotos können zuvor mit Bildverbesserungsmethoden wie Anpassung des Histogramms, Wallis Filter, oder „crispening" bearbeitet werden (Scollar et al. 1990, 126 ff.). Dies verbessert die Sichtbarkeit der archäologischen Strukturen. Alle georeferenzierten Orthofotos und ihre gefilterten Varianten werden anschließend in einem Fenster am Bildschirm zusammengeführt. Die Interpretation der Fotos erfolgt Bild für Bild auf dem Bildschirm in verschiedenen Ebenen (*layer*) unter Verwendung unterschiedlicher Farben und Eigenschaften für unterschiedliche Strukturen (Abb. 96 und 137).

Im Vergleich zu analogen Karten bietet ein GIS den Vorteil, dass kartierte Informationen in Form einer räumlichen Datenbank abfragbar sind. Dies bedeutet, dass zu jedem kartierten Objekt auch beliebige Attribute gespeichert werden können. Im Fall einer Luftbildauswertung werden zusätzlich zur Zeichnung eines entsprechenden Polygons auch Beschreibung (Art des Sichtbarkeitsmerkmals), Interpretation (Graben, Grube, Mauer), Funktion (Siedlungsgrube, Grab), Struktur (gehört dieses Merkmal zu einer Siedlung, Gräberfeld, unbekannter Struktur etc.), Fundstelle (zu der dieses Merkmal gehört), Luftbild (aus dem das Merkmal umgezeichnet wurde), Bearbeiter etc. gespeichert werden. In Bezug auf die Interpretation geophysikalischer Daten betonen Chris Gaffney und John Gater die Bedeutung einer klaren Terminologie, welche für jeden Archäologen verständlich erscheint. Sie schlagen zum Beispiel je nach Sicherheit der Deutung eine Abstufung zwischen z. B. „Graben" – „Archäologie" und „?Archäologie" vor (Gaffney, Gater 2003, 110).

Ergebnis einer Umzeichnung ist im Prinzip die Transformation der illustrativ dargestellten flächenhaften Information eines Luftbildes in Symbole (Punkte, Linien, Polygone). Diese können je nach Bedarf und Fragestellung in unterschiedlicher Farbe, Umrisslinien oder Signatur dargestellt werden. Das Ergebnis einer detaillierten Interpretation ist somit georeferenziertes, subjektives, archäologisches Wissen in symbolhafter Form.

Je nach Fragestellung sind jedoch unterschiedliche Kartierungsmaßstäbe notwendig. Diese bestimmen die notwendigen Genauigkeitsanforderungen sowie die zu

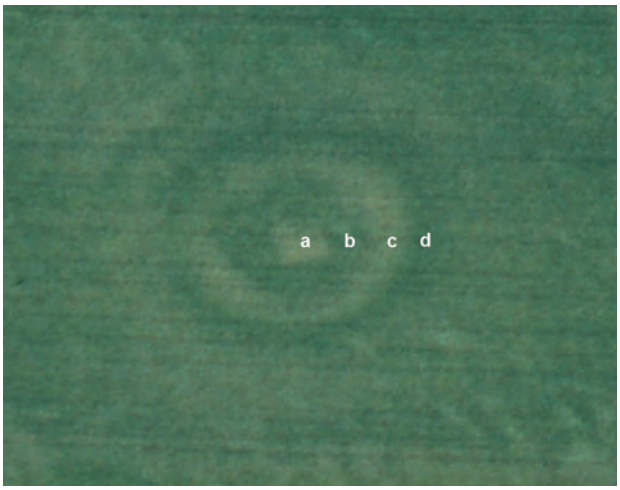


Abb. 97: Negative und positive Bewuchsmerkmale eines Grabhügels, welche konzentrisch um die zentrale, quadratische Grabkammer angeordnet sind. Je nach Beobachtungsfokus kann ein bestimmtes Bewuchsmerkmal (etwa der Ring c) als Objekt (Steinkranz) interpretiert werden oder als zum Hintergrund werden und seine „Dinghaftigkeit" verlieren (Grafik: Michael Doneus).

verwendende Präzision. Für luftbildarchäologische Zwecke gibt Rog Palmer Kartierungsmaßstäbe von 1:10.000 mit einer minimalen Genauigkeitsanforderung von ± 8 m bis zu 1:2.500 (± 2 m) an (siehe Musson et al. 2005, 122 ff.; Hampton 1983 für eine Diskussion der Kartierungsmaßstäbe). Je nach Kartierungsmaßstab kann ein Objekt mit unterschiedlichen Symbolen (Punkt, Linie, Polygon) dargestellt werden. So wird eine Fundstelle im Maßstab 1:100.000 am besten durch einen Punkt repräsentiert, während im Maßstab 1:25.000 ein den Umriss nachzeichnendes Polygon die bessere Wahl ist. Bei Verwendung größerer Maßstäbe lassen sich die einzelnen Strukturen auflösen, wobei eine Grube mit zwei Metern Durchmesser bei einem Maßstab 1:10.000 nur 0,2 mm dick wäre und bestenfalls als Punkt dargestellt werden könnte. Bei 1:2.500 und größer wäre deren Darstellung als punktuelles Symbol jedoch mit Informationsverlusten verbunden. Der Kartierungsmaßstab bestimmt also nicht nur die Genauigkeit der Entzerrung, sondern auch die Präzision, mit der umgezeichnet werden kann. So macht es keinen Sinn, Pfostenlöcher für eine Kartierung im Maßstab 1:10.000 umzuzeichnen.

In Bezug auf die Verwendung unterschiedlicher Maßstäbe ergibt sich noch ein weiterer Aspekt: Daten, welche im GIS zusammengeführt werden, stammen aus unterschiedlichsten Quellen und wurden mit ebenso unterschiedlichen Fragestellungen und Methoden hergestellt. Zum Beispiel werden Bodenkarten häufig in Maßstäben von 1:25.000, bisweilen sogar 1:50.000 kartiert. Diese Maßstäbe müssen bei einer Nutzung der entsprechenden Daten in einem GIS

berücksichtigt werden. GIS erlaubt nämlich „maßstabsunabhängiges“ Arbeiten. Egal, für welchen Maßstab Daten hergestellt wurden, in einem GIS lassen sich die Daten in jedem beliebigen Maßstab darstellen. Es ist deshalb ein Leichtes, unterschiedliche Datenquellen mit unterschiedlichen Maßstäben zu kombinieren. Dass dies in den seltensten Fällen sinnvoll ist, wird dabei allzu oft übersehen.

Die Umzeichnung der archäologischen Information ist zugleich auch der zeitaufwendigste Teil der Interpretation, da im Sinne der hermeneutischen Spirale die kartierten Strukturen im Rahmen eines iterativen Prozesses ständig mit neu hinzugekommenen Orthofotos verglichen und anhand neuer Details evaluiert und gegebenenfalls reinterpretiert werden müssen (vgl. die dynamische Interpretation – Neubauer 2001, 174 ff.). Da jedes Bild das Gebiet unter unterschiedlichen Bedingungen und daher auch mit unterschiedlichen Details zeigt, ergibt erst die kombinierte Umzeichnung der archaologischen Strukturen nach und nach ein Bild der archaologischen Landschaft (vgl. Kapitel 11.2).

Beim Prozess des Umzeichnens und dem dabei involvierten Erkennen und Abgrenzen von Bewuchsmerkmalen läuft noch ein weiterer Wahrnehmungsprozess ab: die Trennung von Figur und Hintergrund. Wenn ein Bewuchsmerkmal, etwa das dunklere Grün der Getreidepflanzen über einer Grube erkannt wird, so erscheint es uns als Objekt, welches vor einem mehr oder weniger unstrukturierten Hintergrund steht. Bruce Goldstein beobachtet bei diesem Prozess der Figur-Grund-Trennung, dass unter anderem die Figur als „dinghaft“, „vor dem Hintergrund stehend“ und von Konturen begrenzt zu sein scheint (Goldstein 1995, 176). Dies ist auch der Grund, weshalb etwa Bewuchsmerkmale bei einer Interpretation durch begrenzende Umrisslinien umgezeichnet werden können. Schemenhaft oder unklar abgegrenzte Flächen nehmen wir kaum als Figur war – deshalb ist es schwierig, unklar ausgeprägte Merkmale zu erkennen und im archäologischen Sinn zu interpretieren.

Diese Figur-Grund-Dualität erschwert die Interpretation vor allem bei komplexen archäologischen Szenen mit direkt angrenzenden Bewuchsmerkmalen unterschiedlicher Ausprägung. Je nach Beobachtungsfokus kann ein bestimmtes Bewuchsmerkmal (etwa der Ring auf Abb. 97 c) als Objekt (Steinkranz) interpretiert werden oder als zum Hintergrund werden und seine „Dinghaftigkeit“ verlieren. Dies bereitet vor allem unerfahrenen Interpretatoren Schwierigkeiten, was zu einer großen Bandbreite unterschiedlicher Interpretationen führen kann, bei denen entweder Grabkammer und Steinkranz (Abb. 97 a, c) oder Grabkammer und umgebender Graben (Abb. 97 a, d) als Objekten archäologische Bedeutung zugewiesen werden.

Manche Information lässt sich jedoch nur schwer in Form eines symbolhaften Planes umsetzen. Deshalb ist auch eine begleitende verbale Interpretation notwendig. Anhand dieser lassen sich zusätzliche Informationen dokumentieren, wie zum Beispiel Unsicherheiten bei der Interpretation, Alternativvorschläge, aber auch Beobachtungen über Zusammenhänge, wie etwa eine gleiche Orientierung bestimmter Strukturen, oder deren Orientierung zu bestimmten anderen Fundstellen, Landmarken etc.

In England begann man im Laufe der 1980er Jahre, die luftbildarchäologisch interpretierten Strukturen zu typologisieren, um Anhaltspunkte zu Funktion und Datierung zu bekommen (Rowan 1989, 26). Die Klassifikation luftbildarchäologisch erkannter Strukturen wurde etwas später systematisiert (Edis et al. 1989) und wird bis heute bei der Inventarisierung im Rahmen des National Mapping Project verwendet (Bewley 1995; Musson et al. 2005, 154 ff.). Auch in Tschechien (Gojda 1997, 40 f., 2005) versucht man, die Sichtbarkeitsmerkmale zu klassifizieren, wobei hier aufgrund der veränderten Archäologie (v. a. vermehrt Gruben statt linearer Strukturen) die Klassifikationssysteme den jeweiligen archäologischen Strukturen angepasst wurden. Martin Gojda versucht auf diese Weise Erkenntnisse, im Rahmen derer eine bessere Interpretation luftbildarchäologischer Befunde im Sinne der Aktivitätszonen des Gemeinschaftsraums möglich wäre, zu erhalten. Resultate stehen jedoch noch aus. Der Vorteil einer Klassifikation – nämlich die Vereinfachung der komplexen Strukturen durch Kategorisierung – ist auch ihr größter Nachteil. Auswertungen, welche sich allein auf eine Klassifikation beziehen, lassen viele Fakten und Interpretationsmöglichkeiten, wie zum Beispiel Persistenz, unberücksichtigt.

10.4.5.3 Gibt es eine „richtige“ Interpretation?

Die archäologische Interpretation während der Flugprospektion oder anhand von Luftbildern ist ein hermeneutischer Prozess, in welchem Vorwissen eine bedeutende Rolle spielt. Interpretation ist somit immer subjektiv und läuft auch Gefahr, tendenziell, selektiv und persönlich gefärbt zu sein. Dies ist eine Tatsache, mit der man sich abfinden muss:

„Whatever rules and procedures we follow I maintain that it is not possible to produce one “correct” interpretation of any aerially recorded site“ (Palmer 1989, 56).

Weder Luftbild noch seine Interpretation dürfen als objektive Darstellung der archäologischen Wirklichkeit betrachtet, sondern müssen als in hohem Maße subjektiv bewertet werden. Die Ergebnisse bedürfen daher einer ständigen Hinterfragung. Dadurch wird im Endeffekt jede Interpretation bis zu einem gewissen Grad unterschiedlich

ausfallen. Gerade weil jeder Interpretation Subjektivität zugrunde liegt, ist diese kein Kriterium für die Beurteilung einer Umzeichnung. Vielmehr sind es selbstkritische Erfahrung, welche Feedback zur Erweiterung des Vorwissens nutzt und darauf basiertes, rationales Argumentieren (also das Gegenteil von willkürlicher, auf Autorität beruhender Auslegung des Wahrgenommenen), welche als Kriterien für die Qualität von Interpretationen gelten können.

Es gibt also von vorneherein keine richtigen und falschen Interpretationen, solange diese gut recherchiert, selbstkritisch vorgenommen und durch wissenschaftliche Argumente gestützt wurden – in diesem Sinne gibt es nur solche, die für einen bestimmten Zweck angemessen erscheinen, sozusagen gute und schlechte Interpretationen. Auch wenn sich eine Interpretation im Nachhinein als falsch erweist, so kann sie bis zu diesem Zeitpunkt durchaus eine fundierte, argumentativ gestützte, gute Auslegung der fotografierten Sichtbarkeitsmerkmale gewesen sein. Sie kann als Ausgangspunkt einer Fragestellung gedient haben, im Zuge deren Beantwortung die ursprüngliche Interpretation nicht mehr aufrechtzuerhalten war. Somit ist sie Teil der hermeneutischen Spirale und hat ihren Beitrag zu einer besseren Sichtweise der materiellen Hinterlassenschaft geleistet, bis sie zugunsten eines neuen Vorwissens revidiert wurde.

Eine wichtige Frage bei der Interpretation ist die Frage, wie weit man gehen kann und darf. Interpretation ist eine ständige Gratwanderung zwischen einem Zuviel und Zuwenig:

„There is always a danger of ‚over-interpreting' cropmarks; it is a reflection of the very personal perspective that any individual brings to ‚photo-reading'. However, this essential subjectivity and the dangers of being 'wrong' should not produce the opposite, where photo-interpreters are unwilling to explore the richness of their material" (Brophy, Cowley 2005b, 22).

Aus dem bisher Gesagten kann man auch konstatieren, dass zum momentanen Zeitpunkt eine „objektive", automatisch generierte Interpretation unmöglich erscheint. Diese scheitert meist bereits an für unseren Wahrnehmungsapparat simplen Aufgaben, wie der Ergänzung verdeckter Objekte oder das Erkennen von bedeutungsvollen Gestalten. Ein gangbarer Weg könnte mit semiautomatischen Vorgangsweisen beschritten werden: Es geht nicht darum, automatisch zu interpretieren, sondern den Archäologen bei seiner Arbeit zu unterstützen. Dies ist vor allem in großen, bislang wenig erforschten Gebieten sinnvoll, solange es darum geht, mithilfe automatischer Klassifikation auf mögliche Sichtbarkeitsmerkmale aufmerksam gemacht zu werden und somit rasch zu ersten Erfolgen zu kommen (vgl. Aurdal et al. 2006).

Das archäologische Potenzial, welches in einer Integration einer detaillierten archäologischen Kartierung von Luftbildern mit unterschiedlichen räumlich bezogenen archäologisch relevanten Quellen (u. a. Prospektionsmethoden, bodenkundliche Untersuchungen, Ausgrabung, historische Quellen) steckt, ist groß. Dennoch bleibt es in den meisten Fällen aus zeitlichen und budgetären Gründen, aber auch aus Unwissenheit bei der visuellen Bildbeschreibung. Angesichts der enormen Menge an Luftbildern, die weltweit in zahlreichen Archiven aufgehoben werden, kann man nur erahnen, welches Potenzial an archäologischer Information dort noch ausgeschöpft werden könnte.

10.4.6 Methodische Probleme der Luftbildarchäologie

In Bezug auf die Bedürfnisse der Landschaftsarchäologie (großräumige und großflächige Erfassung und Kartierung materieller Hinterlassenschaft sowie deren chronologische und funktionale Ansprache) ergeben sich für die Luftbildarchäologie methodische Problemkreise, aber auch einige positive Aspekte.

10.4.6.1 Unsicherheitsfaktoren

Eines der größten Probleme der luftbildarchäologischen Prospektion sind die zahlreichen Unsicherheitsfaktoren bei der Auffindung von archäologischen Strukturen. Hierbei lassen sich mehrere Kriterien herausarbeiten (vgl. auch Palmer 1978, 131–137):

Eigenschaften archäologischer Fundstellen: Prinzipiell können nur jene Fundstellen bzw. Aktivitätszonen durch die Luftbildarchäologie entdeckt werde, welche in irgendeiner Form die physikalischen und chemischen Eigenschaften des Bodens lokal verändert haben. In fast allen Fällen handelt es sich dabei im mitteleuropäischen Raum um Vertiefungen (Gruben, Gräben, Mauern, Entnahmen), Aufschüttungen (Wall, Grabhügel) oder Komprimierung durch Begehung (Weg). Ehemalige Aktivitäten, welche nur Artefakte an der Erdoberfläche hinterlassen haben, lassen sich in der Regel nicht entdecken (mit Ausnahme von durch Deflation freigewehten „Scherbenteppichen" in ariden Regionen). Vor allem kleine Strukturen, wie Pfostenlöcher oder Palisadengräbchen zeigen sich im Luftbild nur unter besonders günstigen Umständen.

Abgesehen von Muren und Erdfließen wirken sich natürliche Prozesse nicht auf die Lage der Strukturen aus. Diese können jedoch durch Kolluvien bedeckt oder durch Erosion zerstört werden. Die Tiefe des Bodens ist ein wichtiges Kriterium für die Ausbildung von Sichtbarkeitsmerkmalen. In der Regel sind erodierende Fundstellen am deutlichsten sichtbar, Bewuchsmerkmale können sich jedoch auch über einem Kolluvium zeigen.

Ausbildung von Sichtbarkeitsmerkmalen: Es gibt eine große Bandbreite von Sichtbarkeitsmerkmalen. Ihre Ausbildung ist jedoch von zahlreichen Faktoren beeinflusst. Die wichtigsten sind die Bodenart, Tiefe des Bodens, Bodenfeuchte, Klima und Witterung, Landnutzung sowie Art der Vegetation. Viele dieser Faktoren können nicht isoliert betrachtet werden, sondern stehen zueinander in komplexer Wechselwirkung.

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt mangelt es an systematischen und langfristigen Untersuchungen der Auswirkung dieser Faktoren auf die Sichtbarkeit von Merkmalen. Daher stützen sich die bislang gemachten Aussagen zur Rolle der einzelnen Faktoren auf einige wenige lokale Untersuchungen sowie überwiegend auf empirischen Beobachtungen einzelner Flugprospektoren mit langjähriger, intensiver Erfahrung.

Derrick Riley hatte Ende der 1970er Jahre eine Grafik zusammengestellt, in welcher die SMDs der Monate Mai bis August der Jahre 1974 bis 1979 sowie Einsetzen, Dauer und Intensität von Bewuchsmerkmalen in ein und derselben Region gegenübergestellt werden (Riley 1979, 31, Fig. 19). Ein Blick darauf zeigt, dass zwar Bewuchsmerkmale jedes Mal nach einem SMD von etwa 100 mm auftauchten. Ihre Intensität und Dauer war jedoch in jedem Jahr unterschiedlich (obwohl sie auf denselben Böden beobachtet wurden). Es ist daher naheliegend, zusätzliche Faktoren in Betracht zu ziehen, etwa die Auswirkung der Witterung im Herbst des Vorjahres sowie im Frühjahr auf die Ausbildung von Pflanzenwurzeln. Je nachdem könnte dies dafür verantwortlich sein, wie sich ein SMD über 100 mm auf die Ausbildung von Bewuchsmerkmalen auswirkt. Bislang gibt es dazu jedoch noch keine systematischen Untersuchungen. Auch Otto Braasch bemerkt:

„Insgesamt ist über die Entstehung dieser [Bewuchs-] Merkmale im Detail und auch im Hinblick auf die Eigenschaften neuer, insbesondere kurzhalmiger, robuster Getreidesorten immer noch zu wenig bekannt. Hier begegnen wir einer Forschungslücke“ (Braasch 2005, 29).

Art der Befliegung: Zeitpunkt der Befliegung, Wetter, Sonnenstand, Flughöhe und Blickrichtung sind ebenfalls wichtige Faktoren bei der Erkennung materieller Hinterlassenschaft. Im Gegensatz zu den vorhin erwähnten Faktoren sind diese durch den Luftbildarchäologen frei wählbar und stellen bei ausreichender Erfahrung keine weitere Schwierigkeit dar.

Schrägbefliegungen haben sich als extrem effizient erwiesen, haben in Bezug auf die Landschaftsarchäologie jedoch einige Nachteile. Neben der unweigerlichen Voreingenommenheit des Luftbildarchäologen ist die Dokumentation in erster Linie fundstellenbezogen – eine flächendeckende Erfassung aller relevanten Strukturen (archäologisch und umweltbezogen) ist schwierig bis unmöglich. Zudem wird die Befliegung häufig durch Flugverbotszonen behindert.

Wichtig ist daher die Verwendung von Senkrechtaufnahmen vor allem dann, wenn man Zeitpunkt und Maßstab selbst bestimmen kann. In diesen Fällen ist mit einer ausgezeichneten, das gesamte Gebiet stereoskopisch erfassenden Abdeckung zu rechnen. Die Ergebnisse ihrer Interpretation haben für die Landschaftsarchäologie große Relevanz, zumal auch Strukturen der Umwelt (Paläomäander) mit dokumentiert werden. Leider gibt es momentan – soweit bekannt – nur am Institut für Ur- und Frühgeschichte in Wien diese Möglichkeit aufgrund eines Kooperationsabkommens mit dem österreichischen Bundesheer.

Beobachter (während und nach Flug): Zuletzt ist die Erkennungsrate archäologischer Strukturen auch vom Beobachter selbst abhängig. Vorwissen, Voreingenommenheit, Erfahrung oder die Fragestellung sind nicht wegzudiskutierende wichtige Parameter bei der Erkennung archäologischer Strukturen aus der Luft oder im Luftbild. Wie im Rahmen der Schrägaufnahmen und der Interpretation dargestellt, muss man deshalb vor allem bei luftbildarchäologischen Ergebnissen, welche sich ausschließlich auf beobachtergestützte Befliegungen (Schrägaufnahmen) stützen mit entsprechenden Verzerrungen des Fundstellenbildes rechnen. Das, was durch Luftbildarchäologie entdeckt wird, ist durch zahlreiche gegebenheitsbezogene und individuelle Filter selektiert worden und daher in jedem Fall voreingenommen, verzerrt (*biased*): „… the practice of aerial archaeology is fundamentally subjective, riddled with biases and highly dependent on individual perception and experience“ (Brophy, Cowley 2005b, 13).

So gelten lehmige Böden in der Luftbildarchäologie als „schwierig“ (Evans 2007, 19). Dies führte vielerorts dazu, dass Gebiete mit lehmigen Böden kaum beflogen wurden, da sie weniger gute Resultate erbringen (Mills, Palmer 2007a; Grady 2007, 37 ff.). Die geringere Befliegungsintensität verstärkt jedoch die in der Archäologie verbreitete Annahme, dass in solchen Regionen anscheinend weniger gesiedelt wurde und kann somit in einem Zirkelschluss enden (vgl. Kiarszys et al. 2007). Dies lässt Rog Palmer zu dem Schluss kommen, dass sich eine moderne Luftbildarchäologie nicht mehr nur auf Schrägaufnahmen verlassen darf:

„Observer-directed photography may have suited archaeological practice in the 1930s but I question whether it fits our current archaeological directions. Between the 1930s and now, archaeology, at least in Britain, has moved from the study of single sites to examining those sites in a landscape context and in association with their contempora-

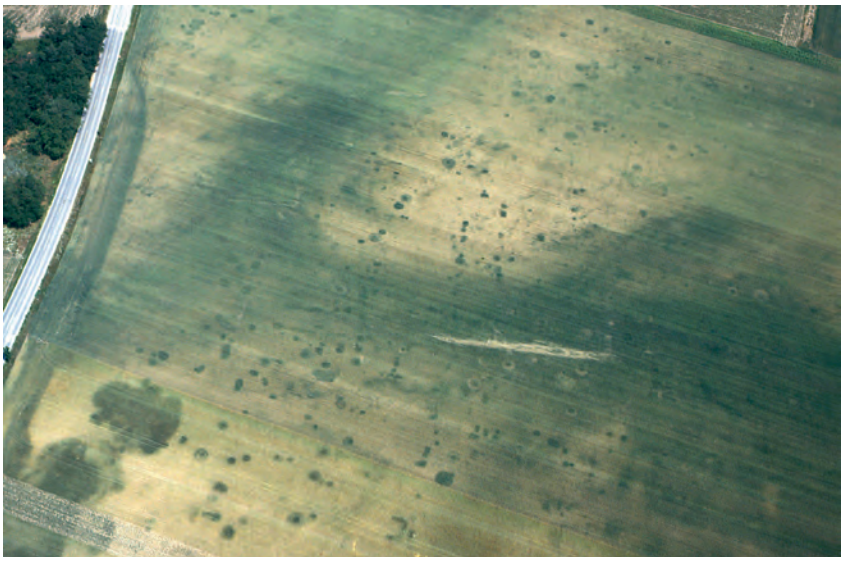


Abb. 98: Zwentendorf, NÖ. Zahlreiche Gruben erscheinen in linearen Anordnungen, welche rechtwinkelig auf die Reste der römischen Straße ausgerichtet sind (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

ry features. Aerial survey has not kept up with that trend. It should be leading it" (Palmer 2005, 103).

Reflexion und Selbstkritik sind daher in der Luftbildarchäologie extrem wichtig. Auch wenn dies bereits seit Jahrzehnten anerkannt ist, hat es jedoch kaum Auswirkungen auf die luftbildarchäologische Praxis. Kenneth Brophy bemerkt dazu:

„… most aerial archaeologists and air photo interpreters simply do not see the point of post-processual theory, reflexive practice or photographic theory … . This seems a little strange to me, as I think that aerial archaeology is one of the areas of archaeological practice that is most in need of self-critique" (Brophy 2005b, 7).

Viele der hier angeführten Faktoren sind nicht mess- und quantifizierbar. Daher scheint es nicht angebracht, Kriterien für den Erfolg luftbildarchäologischer Prospektion zu benennen (Rączkowski 2005, 17). Eine Möglichkeit der Evaluierung ist der direkte Vergleich mit anderen Prospektionsmethoden.

Ähnlich wie bei der Feldbegehung ist die Luftbildarchäologie zwar *wiederholbar*, die Ergebnisse werden jedoch aufgrund dieser zahlreichen, die Auffindung beeinflussenden Faktoren jedes Mal andersgeartet sein. Ähnlich wie bei der Feldbegehung kann eine Fundstelle erst nach Jahren der Befliegung erstmals entdeckt werden. Gerade deshalb kann und darf die Luftbildarchäologie nur systematisch betrieben werden. Vor allem wenn es darum geht, möglichst viele Strukturen einer Landschaft zu erfassen, müssen Luftbilder zu unterschiedlichen, Tages- und Jahreszeiten, bei unterschiedlicher Witterung etc. hergestellt werden. Hier liegt aber auch ein Vorteil der Methode, da im Gegensatz zu sämtlichen anderen archäologischen Prospektionsmethoden wiederholte Beobachtungen die Regel sind.

10.4.6.2 Chronologische Aussagemöglichkeit

Ein weiterer Schwachpunkt der luftbildarchäologischen Prospektion ist deren beschränkte chronologische Aussagekraft. Die materielle Hinterlassenschaft kumuliert; eine Wiederbesiedlung oder erneute Nutzung einer ehemaligen Aktivitätszone führt in den meisten Fällen nicht zu einer Ersetzung, sondern vielmehr zu einer Anhäufung der Strukturen. Deshalb sieht man im Luftbild nicht den Ausschnitt einer chronologischen Phase, sondern die gesamte Geschichte einer Fundstelle, von ihren ersten anthropogenen Eingriffen bis zur rezenten Drainage. Das Luftbild zeigt also historische Tiefe.

Eine Datierung luftbildarchäologisch erkannter Strukturen ist prinzipiell dann möglich, wenn Größe und Form der einzelnen Strukturen, ihre Variationsbreite, relative Lage und Orientierung Analogieschlüsse zu bereits bekannten Fundstellen zulassen. Typische Beispiele, bei denen eine chronologische Zuordnung aus der Luft möglich ist, sind die mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen, deren Form und Größe in Mitteleuropa so charakteristisch sind, dass sie in den meisten Fällen eindeutig erkannt werden können (z. B. Abb. 55). Auch die Datierung vieler Gräberfelder kann bereits aus der Luft näher eingegrenzt werden. So sind frühbronzezeitliche Bestattungsplätze (z. B. Abb. 148), frühgeschichtliche Reihengräberfelder (z. B. Abb. 142) oder römische Gräberstraßen (z. B. Abb. 17) in vielen Fällen bereits im Luftbild kategorisierbar. Auch römische Villae rusticae (z. B. Abb. 64) oder lengyelzeitliche Hausgrundrisse (z. B. Abb. 62) weisen in unserem Raum genug Charakteristika auf, um erkannt und grob datiert werden zu können. Wolfram Schier konnte für seinen Arbeitsbereich im südlichen Maindreieck aufgrund von Vergleichen von Luftbildbefunden mit Begehungsdaten einige Kriterien herausarbeiten, nach denen sich luftbildarchäologisch entdeckte Siedlungen datieren ließen (Schier 1990, 133 ff.).

Neben Analogieschlüssen lassen sich des Öfteren auch relative Abfolgen von Sichtbarkeitsmerkmalen erkennen.



Abb. 99: Aufnahme im Bereich eines stark erodierten Hügelgräberfeldes. Die Grabhügel sind – wenn überhaupt – nur für das geschulte Auge zu erkennen (© Michael Doneus).

So zeichnet sich das auf Abb. 142 sichtbare awarenzeitliche Gräberfeld deutlich vor dem Hintergrund des Schotterbandes eines ehemaligen Flussbettes ab und muss daher jünger sein. Manche der frühbronzezeitlichen Bestattungen in Untereggendorf (Abb. 148) werden durch Erosionsrinnen gestört und sind somit älter. Auch sich überschneidende Hausgrundrisse oder Grubenhäuser zeigen eine chronologische Differenzierung der Fundstelle.

Auch der Kontext von Strukturen zueinander lässt Vermutungen über deren chronologische Abfolge zu. Wege oder Bäche, welche ein Flursystem durchschneiden (ein ausgezeichnetes Beispiel dafür bietet Benoît Sittler, auch wenn es sich dabei um LiDAR-Daten handelt: Sittler, Schellberg 2006, 119, Figure 2 und 121) oder die rechtwinkelige Ausrichtung von Gruben zueinander und zu einer Straße (Abb. 98) suggerieren ein zeitliches Hintereinander beziehungsweise eine zeitliche Zusammengehörigkeit. Anders verhält es sich jedoch mit Gruben innerhalb einer Grabenanlage. Diese können, müssen aber nicht zwingend zeitgleich sein. Insgesamt betrachtet ist jedoch die chronologische Aussagemöglichkeit durch luftbildarchäologische Beobachtungen sehr begrenzt.

10.5 Flugzeuggetragenes Laser-Scanning

Im Verlauf der letzten Jahrtausende haben die Waldgebiete Mitteleuropas eine bewegte Geschichte erfahren. Ein wiederholt stattfindender Wandel der Standortbedingungen resultierte in unterschiedlicher Dichte und Zusammensetzung der Waldgebiete. So dürften die ersten Wälder am Ende der letzten Eiszeit in unserem Raum aus Kiefern und Birken bestanden haben (Küster 1998, 45). Veränderten sich die Waldlandschaften in den ersten nacheiszeitlichen Jahrtausenden vor allem aufgrund der sich im Laufe der Zeit wandelnden klimatischen Bedingungen, so griff bei uns der Mensch erstmals vor etwa 7.000 Jahren mehr oder weniger massiv in die Standortbedingungen der Wälder ein. Rodung, selektive Nutzung, Waldweide und eine mindestens seit dem Spätmittelalter planmäßige Forstwirtschaft prägen heute das Bild unserer mitteleuropäischen Wälder.

Heute gibt es in unserem Raum praktisch kein Fleckchen Landschaft mehr, welches nicht direkt oder indirekt, bewusst oder unbewusst durch den Menschen verändert wurde. Man kann davon ausgehen, dass sämtliche Waldflächen mehrfach und zum Teil über längere Zeiträume hindurch abgeholzt waren und anderweitig (etwa als Siedlungsfläche,

Bestattungsplätze, für landwirtschaftliche oder industrielle Tätigkeit) in Verwendung standen. Dabei hinterließen die Menschen Spuren in Form von Wällen, Gräben, Terrassierungen, Flurgrenzen, Grabhügeln, Hohlwegen etc., welche sich noch lange Zeit als größere oder kleinere Reliefunebenheiten an der Erdoberfläche abzeichnen. Durch eine spätere ackerbauliche Nutzung der betroffenen Flächen werden solche Spuren im Geländerelief immer weiter eingeebnet und werden somit oberflächlich „unsichtbar". In jenen Bereichen, wo eine Einebnung und Zerstörung durch Pflug und andere landwirtschaftliche Maschinen nicht vollständig vonstattengehen, und Wald oder andere Vegetation diese Flächen zurückerobern kann, bleiben die Reliefunebenheiten durch die stabilisierende Wirkung der Vegetationsdecke weitgehend erhalten und können somit bis heute noch sichtbar sein.

Unter dem Wald ist somit ein Archiv vergangener menschlicher Spuren erhalten, welche sich in Form von massiven bis unscheinbaren Reliefunterschieden zeigen. Diese werden jedoch durch die Vegetation des Waldes verdeckt und entziehen sich somit in vielen Fällen unserer Kenntnis. In den bewaldeten Gebieten stoßen die meisten bislang bekannten archäologischen Prospektionsmethoden an ihre Grenzen. Selbst die in den ackerbaulich genutzten Gebieten so erfolgreichen archäologischen Prospektionsmethoden wie Luftbildarchäologie, Feldbegehung oder geophysikalische Prospektion sind im Wald nur bedingt einsetzbar.

Eine systematische Begehung von größeren Gebieten ist sehr zeitaufwendig, kostenintensiv und daher kaum finanzierbar. Vor allem nur sehr flach erhaltene Fundstellen sind mit Begehungen – wenn überhaupt – nur sehr schwer auszumachen. So schreibt O.G.S. Crawford im Rahmen seines Buches zur Feldarchäologie:

„Tracing roads through woods … is a maddening business" (Crawford 1953, 62).

Obwohl es der Luftbildarchäologie möglich ist, vor allem in der vegetationslosen Periode im Laubwald nach im Relief erhaltenen Strukturen zu suchen, hat die Erfahrung gezeigt, dass dies in der Regel nur bei noch verhältnismäßig gut erhaltenen linearen Strukturen funktioniert (Straßen und Wall-Grabensysteme), sofern sie quer zur Einstrahlrichtung der Sonne liegen. Lineare Strukturen, die parallel zur Einstrahlrichtung der Sonne liegen, sowie Fundstellen, die sich nur noch wenige Dezimeter vom gegebenen Geländerelief abheben, lassen sich im Wald nur selten und schwer aus der Luft erkennen, zumal die dazu notwendigen Wetterkonditionen (50 km Sicht da der Dunst bei extrem tiefem Sonnenstand zu stark wird) nur sehr selten eingehalten werden können (Wilson 2000, 40). Erschwerend kommt hinzu, dass Bäume und deren Schatten die oft ohnehin schwer zu erkennenden Schattenmerkmale der reliefierten Strukturen zusätzlich verschleiern. Daher lassen sich im Waldgebiet meist nur große, noch relativ gut erhaltene Grabenwerke erkennen (Scollar et al. 1990, 36). Dies führt dazu, dass Fundstellen aus Waldgebieten in sämtlichen Verbreitungskarten unterrepräsentiert sind, was sich in einer stark eingeschränkte Datenbasis für die Landschaftsarchäologie auswirkt (Abb. 99).

Selbst wenn einzelne Strukturen an der Bodenoberfläche sichtbar sind, so dauert es im Allgemeinen lange, bis man sich vor Ort den entsprechenden Überblick verschafft hat, um diese einzelnen linearen und punktuellen Veränderungen der Mikrotopografie in einen Gesamtkontext stellen und somit archäologisch interpretieren zu können. Eine detaillierte Interpretation mit Kartierung der Objekte bereitet ebenfalls Schwierigkeiten. Meist gibt es keine Vermessungspunkte in der Nähe, sodass man mit aufwendigen Polygonzügen einen Zusammenhang mit dem Landeskoordinatensystem herstellen muss. Die Kartierung aus dem Luftbild ist allgemein schwierig, da man in der Regel kaum Passpunktinformationen besitzt und diese aus eben erwähnten Gründen im Wald schwer zu vermessen sind. Weiters verhindert die Vegetation eine detaillierte Vermessung des Geländes und der archäologischen Strukturen aus dem Luftbild. Die rein terrestrische Vermessung einer Fundstelle kann hingegen einige Wochen dauern und ist daher nur bei ausgewählten Fundstellen sinnvoll.

Es gibt daher nicht nur in Österreich große Defizite bei der Prospektion von Waldgebieten, die dem Archäologen bei der Analyse von archäologischen Landschaften fehlen. Allein in Niederösterreich liegt der Waldanteil bei etwa 40 Prozent, davon ist etwas mehr als ein Drittel Laubwald.

Um die im Wald erhaltenen Fundstellen erkennen zu können, müssen auch die unscheinbarsten Reliefunebenheiten sichtbar gemacht werden. Dies kann durch extrem detaillierte Geländemodelle erreicht werden. Bis vor Kurzem lag das Hauptproblem dabei in der enorm aufwendigen Vermessung solcher Modelle, bei denen man im Idealfall mehrere Punkte pro Quadratmeter benötigt. Durch terrestrische Aufnahmen sind diese praktisch nicht zu realisieren.

Seit wenigen Jahren ist eine neue Technologie auch für Archäologen zugänglich, mit der die hier vorgestellten Probleme der Erkennung und Vermessung von im Relief erhaltenen Fundstellen im Waldgebiet gelöst werden können. Es handelt sich dabei um das flugzeuggetragene Laser-Scanning (*airborne laser scanning* – ALS), welches sich der Prinzipien von LiDAR (*Light Detection And Ranging*) bedient und aus Flugzeugen heraus betrieben wird.

10.5.1 Prinzip[1]

Beim flugzeuggetragenen Laser-Scanning handelt sich um eine verhältnismäßig neue Technik, mit der sich die Topografie der Erdoberfläche in kurzer Zeit sehr detailliert und präzise vermessen lässt (Ackermann 1999; Kraus 2004, 449–470; Wehr, Lohr 1999). Zu diesem Zweck wird ein Laserscanner normalerweise an der Unterseite eines Flugzeuges oder Hubschraubers montiert. Während das Flugzeug streifenweise ein Gebiet abfliegt, tastet der Laserscanner die Erdoberfläche ab. Dabei sendet er kurze Laserpulse (deren Wellenlänge typischerweise im Bereich des nahen Infrarot liegt) aus, die fächerförmig quer zur Flugrichtung abgelenkt werden. Die meisten der Laserstrahlen werden daher nicht senkrecht nach unten, sondern unter einem schrägen Winkel ausgesandt (in den meisten Fällen liegt dieser bei maximal ± 20 – ± 30°). Am auftreffenden Objekt wird das Licht des Lasers meist diffus reflektiert (Ausnahme: z. B. glatte Wasseroberflächen), sodass in der Folge ein geringer Teil der reflektierten Laserenergie (Echo) von einer Fotodiode an der Empfangseinheit des Scanners erfasst werden kann. Aus der Laufzeitdifferenz zwischen ausgesendetem Signal und empfangenem Echo kann die Entfernung zwischen Scanner und Objekt bestimmt werden. Aus der Distanz, dem Ablenkwinkel und der durch ein differenzielles GPS sowie einer inertialen Messeinrichtung (Inertial Measurement Unit [IMU]) laufend gemessenen, genauen Position und Orientierung des Scanners lassen sich die Koordinaten des reflektierenden Objektes berechnen. In Abhängigkeit vom benutzten Gerät können typischerweise pro Sekunde zwischen 30.000 und 400.000 Pulse ausgesendet werden. Dies garantiert eine sehr hohe Dichte an gemessenen Geländepunkten (oft mehrere Punkte pro Quadratmeter), aus der in der Folge ein detailliertes Geländemodell bestimmt werden kann.

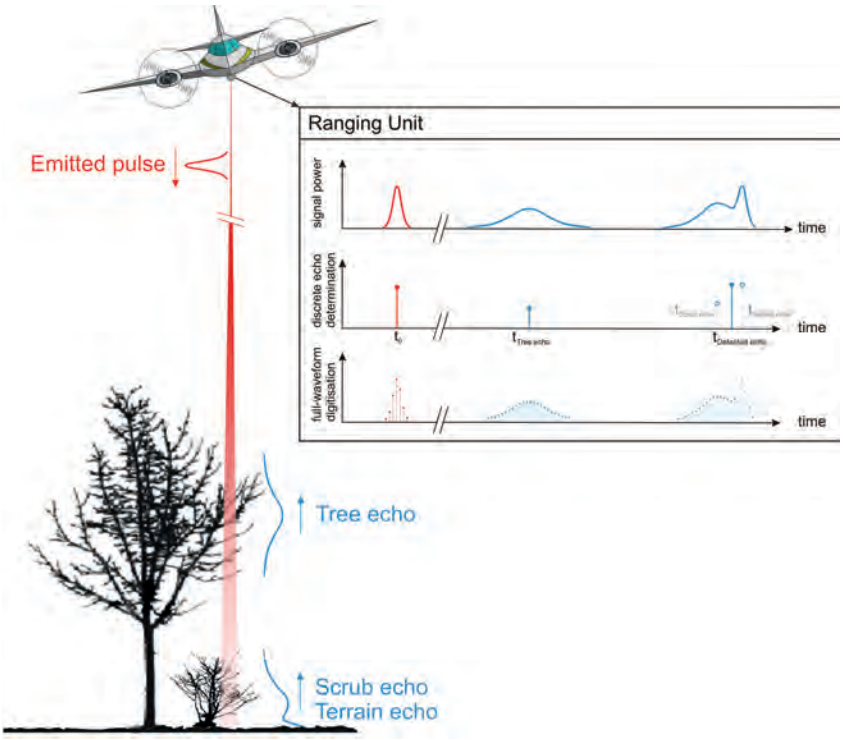


Abb. 100: Schematische Darstellung des Unterschiedes zwischen konventionellem ALS und Full-Waveform ALS (© Christian Briese).

10.5.1.1 ALS im Waldgebiet

Auf dem Weg zur Erdoberfläche kann der Laserstrahl an unterschiedlichen Objektoberflächen reflektiert werden. Die zurücklaufenden ersten Echos stammen dabei meist von Baumkronen, Stromleitungen, Dachtraufen und Ähnlichem. Aufgrund des Durchmessers des Laserstrahls (am Boden typischerweise zwischen 0,2 m und 1 m) wird in der Vegetation oft jedoch nur ein Teil der Strahlung von den Baumkronen, etc. reflektiert. Der Rest der Energie kann durch kleine Löcher in der Vegetationsdecke weiter zum Boden vordringen und bis zum endgültigen Erreichen der Erdoberfläche noch mehrere Male, etwa von Ästen, Büschen oder anderer hoher Vegetation reflektiert werden. Das letzte Echo, das an der Fotodiode registriert wird, stammt im Idealfall von der Erdoberfläche. In vielen Fällen, in denen nicht genügend Durchdringung möglich ist, kommt das letzte Echo jedoch von Dachflächen, Autos, Baumstämmen oder sehr dichter Vegetation (vgl. Abb. 100).

In Summe erhält man eine sehr dichte Punktwolke, die nicht nur die Erdoberfläche, sondern auch alle auf ihr befindlichen Objekte in ihrer räumlichen Ausdehnung beschreibt. Von einem Haus sind zum Beispiel zahlreiche Punkte der Dachfläche, aber auch (aufgrund der bis zu 30° schrägen Laserstrahlen) Punkte der Hauswände in der Punktwolke

1 In den folgenden Kapiteln wurden einige Teile der Publikation „Flugzeuggetragenes Laserscanning als Werkzeug der archäologischen Kulturlandschaftsforschung. Das Fallbeispiel „Wüste“ bei Mannersdorf am Leithagebirge, Niederösterreich“ (Doneus 2008) übernommen.

erfasst. Ein Baum findet sich meist durch zahlreiche Punkte der Baumkrone, seiner Äste und des Baumstammes in den Daten eines Laserscans wieder.

Verwendet man ausschließlich die ersten Echos aller Laserpulse, so erhält man ein digitales Oberflächenmodell (DOM; im Englischen auch DSM – *Digital Surface Model* genannt) des gescannten Bereiches. Bei Verwendung der letzten Echos (und – wie weiter unten beschrieben wird – unter Anwendung von Klassifizierungs- und Filtermethoden) erhält man ein digitales Geländemodell (DGM; im Englischen auch DTM – *Digital Terrain Model* genannt), in dem vor allem die Vegetation ausgeblendet ist. Da die archäologische Interpretation eines ALS-Scans nur auf Basis des abgeleiteten DGMe stattfinden kann, ist dessen Qualität von besonderer Bedeutung. Da jedoch nicht sämtliche letzten Echos vom tatsächlichen Boden stammen, sondern auch von Gebäuden, anderen Objekten oder dichter Vegetation reflektiert worden sein können, bedarf es zur Steigerung der DGM-Qualität einer Klassifizierung der einzelnen Punkte in Boden- und Nicht-Bodenpunkte. Dazu sind geeignete Filtermethoden nötig. Einige der gängigsten Techniken wurden von Sithole und Vosselman (Sithole, Vosselman 2003) verglichen. Damit hat man für Waldgebiete eine Möglichkeit, im Relief erhaltene Bodendenkmäler digital von der darüber liegenden Vegetation zu befreien und detailliert darzustellen.

10.5.1.2 Erreichbare Genauigkeit

Aufgrund der hohen Punktdichte und ihrer relativ gleichmäßigen Verteilung sind die abgeleiteten Höhenmodelle detailreich und beschreiben die Oberfläche äußerst genau. Die dabei wichtige absolute Genauigkeit ist das Maß für die Übereinstimmung zwischen den im Rahmen des Laser-Scannings bestimmten und den tatsächlichen Koordinaten von Punkten auf der Erdoberfläche. Ihre Größe hängt in erster Linie von der Georeferenzierung ab und kann für die Lage (X- und Y-Koordinate) in den meisten Fällen mit etwa ± 25–50 cm angenommen werden. Bei der vertikalen absoluten Genauigkeit müssen weitere Fehlereinflüsse (z. B. Ungenauigkeiten der GPS- und IMU-Messungen) berücksichtigt werden. Sie liegt typischerweise bei etwa ±15 cm (Pfeifer et al. 2001).

Im Gegensatz zur vertikalen absoluten Genauigkeit beschreibt die vertikale relative Genauigkeit die lokalen Höhenabweichungen zwischen eng benachbarten Punkten innerhalb einer ALS-Befliegung. Sie ist vor allem wichtig für die archäologische Interpretation: Je größer sie ist, desto subtilere Reliefunterschiede können bei der archäologischen Interpretation der Daten einer ALS-Befliegung erkannt werden. Sie liegt aufgrund unserer bisherigen empirischen Erfahrung mit den Daten des eingesetzten Full-Waveform-ALS-Systems (siehe nächstes Kapitel) in Abhängigkeit vom Bewuchs und der Oberflächenbeschaffenheit zwischen ±5 und ±10 cm.

10.5.1.3 Konventionelle und Full-Waveform Systeme

Im Moment sind zwei unterschiedliche Typen von Sensoren verfügbar: so genannte konventionelle (diskrete Echo-) und Full-Waveform ALS (FWF-ALS) Systeme (Abb. 100). Ein Laserpuls kann je nach Bodenbeschaffenheit in zahlreichen Echos mit unterschiedlicher Intensität und Echobreite resultieren. Die einzelnen Echos können sich dabei zum Teil überlagern. Somit besteht das zurückkehrende Signal eines einzelnen Pulses aus zahlreichen sich überlagernden Wellen, wobei die einzelnen Wellenberge die individuellen reflektierenden Objekte repräsentieren.

Aus diesem zurückkehrenden Signal registrieren konventionelle Systeme normalerweise bis zu vier diskrete Echos im Fall von mehrfachen Reflexionen (z. B. Baumkrone, zweite Vegetationsebene, Oberfläche) eines einzelnen Laserpulses. Die Messung der Echos erfolgt mit analogen Detektoren in Echtzeit während der Befliegung. Um zwei aufeinanderfolgende Echos von unterschiedlichen Oberflächen trennen zu können, muss eine Minimalentfernung eingehalten sein, damit sie eindeutig erfasst werden können. Diese beträgt in der Regel 1,5 m, was bedeutet, dass bei einer Vegetationsdecke, die niedriger als 1,5 m ist, die Entfernung zum Boden selbst nur noch in Einzelfällen genau bestimmt werden kann (Kraus 2004, 451). Die Minimalentfernung zweier aufeinanderfolgender Echos definiert das vertikale Trennvermögen eines Scanners und hat Auswirkungen auf die Präzision des Geländemodells. Das vertikale Auflösungsvermögen darf aber nicht mit der absoluten bzw. relativen Genauigkeit der Punktkoordinaten aus den detektierten Echos verwechselt werden.

Bei konventionellen Scannern geht durch das analoge Erkennen (von z. B. nur maximal vier Echos) Information verloren. Als Ergebnis einer konventionellen ALS Befliegung erhält man „nur“ die bereits oben dargestellte Punktwolke der Erdoberfläche und aller auf ihr befindlichen Objekte. Diese wird in einer Datei aufgezeichnet, welche die dreidimensionalen Koordinaten der einzelnen Punkte, eine Klassifizierung in erstes oder letztes Echo und oft auch einen Intensitätswert, der die unkalibrierte Information zur Qualität der Reflexionsstärke repräsentiert, enthält.

FWF-ALS Systeme sind die neueste Generation von zivilen verfügbaren ALS-Systemen. Sie können die gesamte Wellenform der zurückkommenden Echos eines Laserstrahls in Intervallen von typischerweise einer Nanosekunde digital aufzeichnen. Die digitalisierte Wellenform

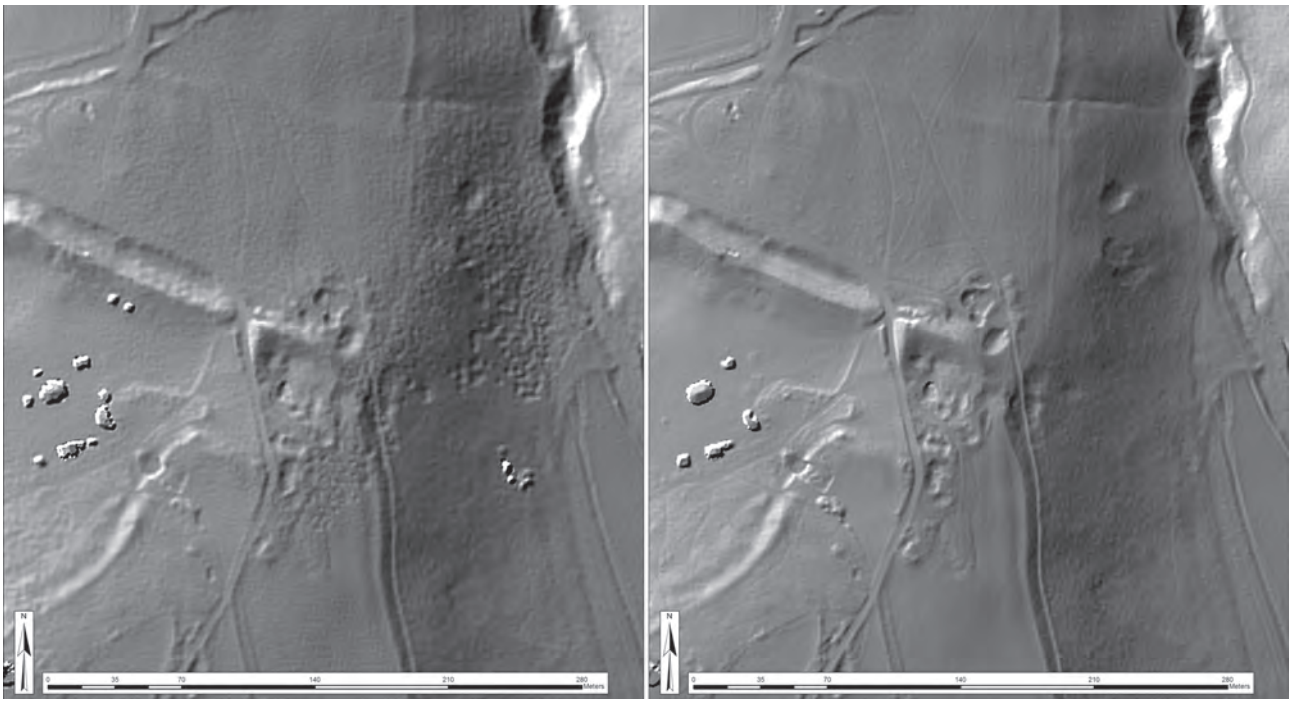


Abb. 101: Schwarzenbach, NÖ. Eine ungenügende Anpassung der Daten zweier sich überlappender Streifen kann zu erheblichem „Rauschen" im abgeleiteten DGM führen (links). Durch Streifenanpassung konnte dieses minimiert werden (rechts) (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

erlaubt es, die einzelnen Echos im Rahmen einer Nachprozessierung zu bestimmen. Dabei wird die Wellenform zumeist in einzelne gaußsche Verteilungskurven zerlegt. Bei diesem Prozess werden neben der Entfernung des einzelnen Echos auch seine Intensität und die Echobreite als weitere physikalische Beobachtungen der reflektierenden Oberflächenelemente gewonnen (Hofton et al. 2000; Wagner et al. 2006). Während die Intensität – wie beim konventionellen Scanner – die Qualität der Reflexion anzeigt, lässt die Echobreite Aussagen über die vertikale Ausdehnung des reflektierenden Objektes zu. Ein ebenes, auf den Laserstrahl senkrecht ausgerichtetes Objekt erzeugt ein Echo mit sehr geringer Echobreite. Echos von räumlich strukturierten Objekten, etwa dichter bodennaher Vegetation oder z. B. von Reisighaufen, haben eine größere Echobreite. Intensität und vor allem Echobreite lassen somit Aussagen zur Strukturierung des Bodens zu, die für die nachfolgende Objekt-Klassifikation nützlich sind.

10.5.2 Praktische Durchführung eines flugzeuggetragenen Laserscans

In der Regel werden ALS-Befliegungen von spezialisierten Firmen durchgeführt. In unseren eigenen Projekten wurde dies durch die Firma Milan Flug GmbH (www.milan-flug.de <22. Juni 2012>) realisiert. Der dafür günstigste Zeitpunkt ist die vegetationslose Periode, damit die Laserstrahlen nicht durch das Blätterdach von Laubbäumen abgeschirmt werden. Zudem sollte kein Schnee liegen, da dieser – sofern er nicht aufgrund großer Kälte trocken ist – die Laserstrahlen absorbiert. Außerdem tendiert er dazu, die archäologisch interessanten mikrotopografischen Vertiefungen aufzufüllen und somit zu maskieren. Das Gebiet sollte zum Zeitpunkt des Scans also völlig schneefrei, zugleich aber noch unbelaubt sein, was in der Regel nur verhältnismäßig kurze Zeitfenster ergibt.

Die Datenerfassung erfolgte mit einem RIEGL Airborne Laser Scanner LMS-Q560 (RIEGL Laser Measurement Systems GmbH, technische Daten unter www.riegl.com <22. Juni 2012>) aus einer Höhe von etwa 600 m über Grund. Das Gebiet wurde in etwa 400 m breiten Streifen abgeflogen (Öffnungswinkel des Scanners war ±22,5°). Die Distanz zwischen den einzelnen Flugstreifen betrug 200 m, was eine Überlappung von 50 % zur Folge hatte. Diese große Überlappung ist vor allem bei Befliegungen im Waldgebiet notwendig, um eine entsprechende Punktdichte zu erhalten, da durch die Filterung verhältnismäßig viele Punkte verloren gehen. Die Pulsfrequenz betrug 66 kHz, was eine mittlere Punktdichte von 8 Messungen pro Quadratmeter ergab. Nach Klassifizierung und Filterung blieben davon im Schnitt 2,7 Punkte pro Quadratmeter übrig, was für ein abgeleitetes DGM mit 0,5 m Rasterweite ausreichte. Die Georeferenzierung erfolgt zumeist durch das

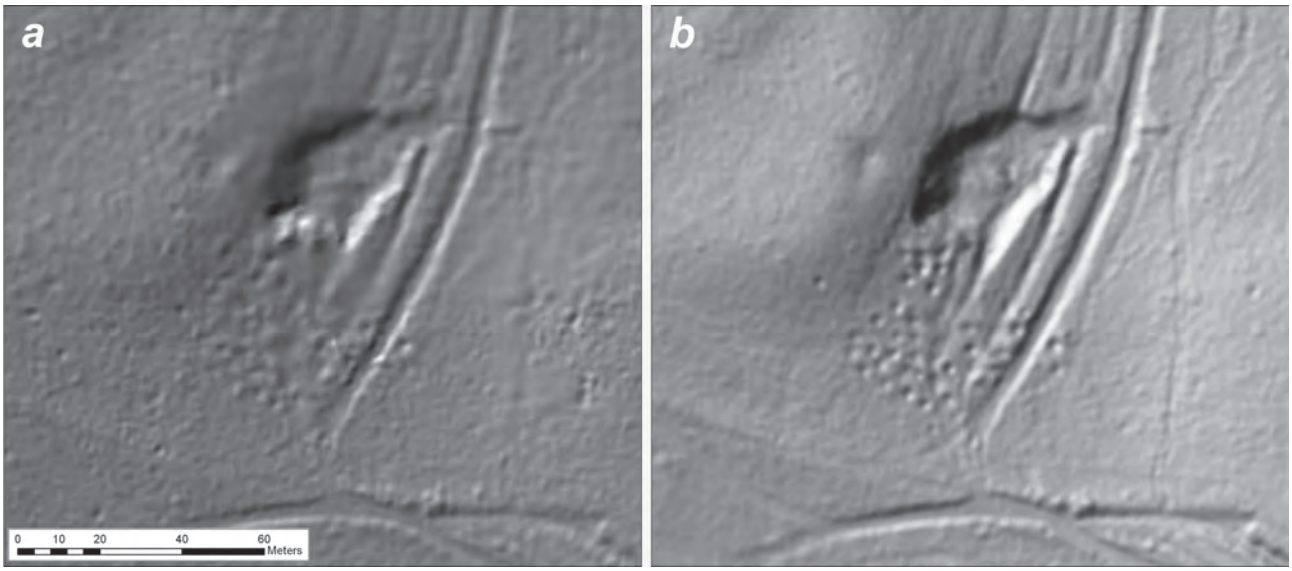


Abb. 102: Vergleich zweier Befliegungen. Links: Discrete-Echo-Scanner (Daten © Land Niederösterreich), rechts: Full-Waveform-Scanner (Daten: © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

befliegende Unternehmen, wobei meist eine höhenmäßige Anpassung der einzelnen Flugstreifen durchgeführt wird. Diese ist bei starker Streifenüberlappung jedoch nicht die beste Lösung, da die einzelnen Streifen aufgrund von Ungenauigkeiten die der dGPS- und IMU-Messung Verkippungen aufweisen können. Diese führen zu kleineren Lage- und Höhenfehlern, was dazu führt, dass ein in zwei Streifen gemessenes punktförmiges Objekt zwei unterschiedliche Georeferenzierungen aufweist. Bleibt dieser Fehler unkorrigiert, so führt dies im abgeleiteten DGM zu einem Rauschen, welches subtile Geländeinformationen verbergen kann (Abb. 101).

10.5.3 Ableitung von Geländemodellen

Sobald die georeferenzierten Daten vorliegen, gelingt es mit Hilfe von Filter- bzw. Klassifizierungsmethoden, in weitgehend automatisierten Prozessen Nicht-Bodenpunkte (Punkte auf Gebäuden, in der Vegetation, etc.) als solche zu klassifizieren und aus den verbleibenden Bodenpunkten DGMe abzuleiten. Für qualitativ hochwertige DGMe – eine Voraussetzung für die archäologische Interpretation – bedarf es einer ausgefeilten Klassifizierung.

Der erste Schritt der Klassifizierung ist die Eliminierung sämtlicher Punkte aus dem Datensatz, die nicht das Ergebnis eines letzten Echos sind und deshalb mit Sicherheit nicht vom Boden stammen. Es bleiben jene Punkte, deren Reflexion das jeweils letzte aufgezeichnete Echo eines Laserstrahls war. Diese müssen nicht unbedingt Bodenpunkte sein; sie können auch z. B. von Dächern, Autos, Baumstämmen, extrem dichter, niedriger Vegetation, Holzstößen oder Reisighaufen stammen. Während dieser erste Schritt in der Klassifizierung von Boden und Nicht-Bodenpunkten in Bereichen hoher Vegetation bei konventionellen ALS Systemen zuverlässig möglich ist, stößt man bei niedriger Vegetation an die Grenze des Trennvermögens (Überlappung von Boden- und Vegetationsecho bedingt durch die Unterschreitung der Minimalentfernung zweier aufeinanderfolgender Echos) und der Klassifizierungszuverlässigkeit. Abb. 102 zeigt einen Vergleich zweier unterschiedlicher Befliegungen eines Gebietes mit einem Discrete-Echo- und einem Full-Waveform-Scanner mit vergleichbarer Punktdichte. Im Zentrum des Bildes befindet sich extrem dichte Vegetation, welche die Vertiefungen älterer und rezenter Dachsbaue verdeckt. In diesem Bereich konnte der Discrete-Echo-Scanner viele der letzten vom Boden kommenden Echos nicht mehr von denen der Vegetation unterscheiden. Das gefilterte Ergebnis zeigt deshalb weniger Details (Abb. 102 – links). Beim Full-Waveform-Scan konnten trotz der niedrigen, dichten, bodennahen Vegetation im Post-Processing mehr Bodenechos erkannt werden, was ein entsprechend detaillierteres Resultat erbrachte (Abb. 102 – rechts).

Hier zeigt sich der große Vorteil von FWF-ALS Systemen: Die oben beschriebene Zusatzinformation, die sich aus FWF-ALS Daten in der Nachbearbeitung gewinnen lässt, kann zu einer Verbesserung der DGM-Erstellung vor allem in Bereichen niedriger Vegetation genutzt werden. Durch Analyse der Echobreite lassen sich Laserpunkte in niedriger Vegetation nun zuverlässiger als Bodenpunkte klassifizieren. Durch Festlegung eines Schwellenwertes (in

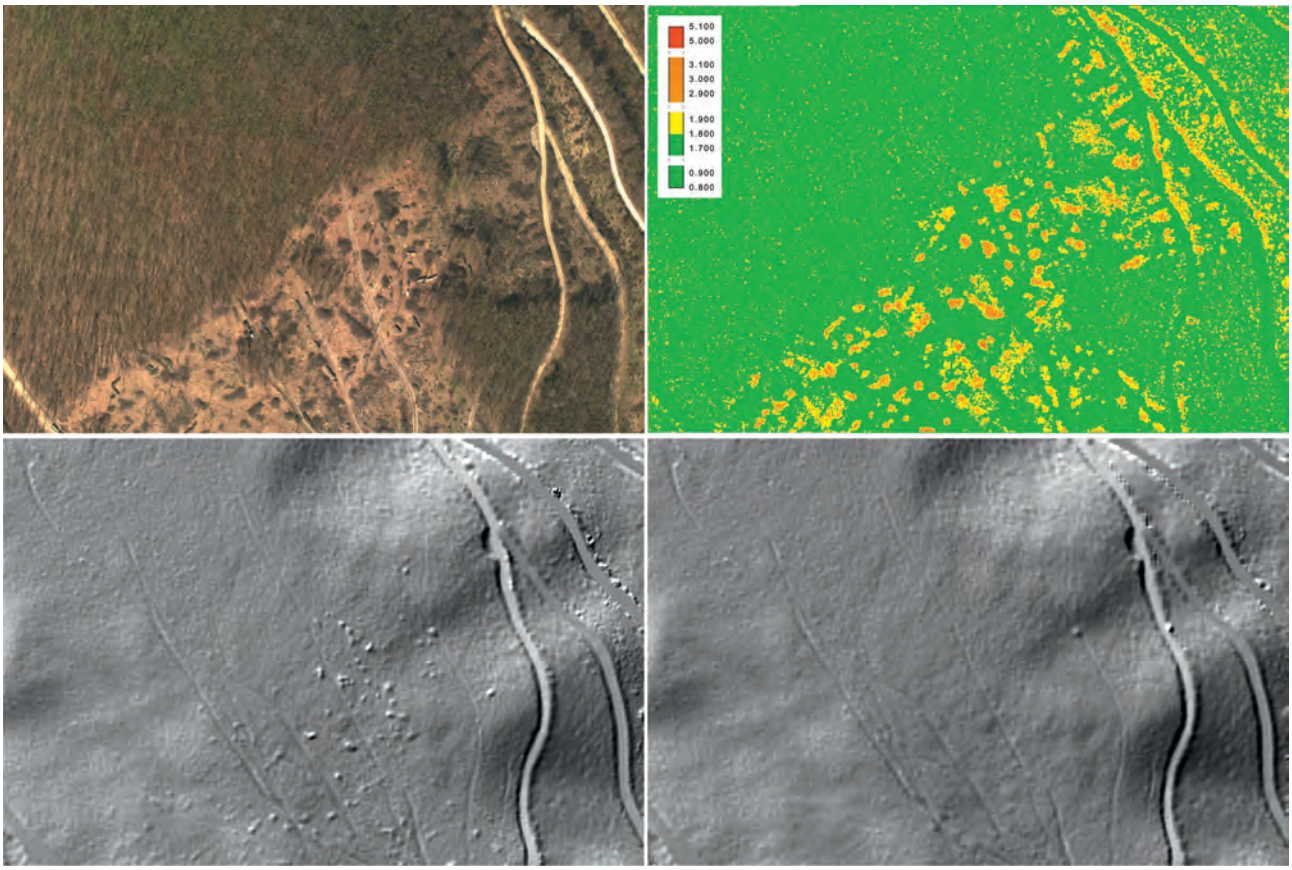


Abb. 103: Verbesserung eines DGM durch Nachbearbeitung von FWF-Daten. Links oben: Luftbild eines zum Teil gerodeten Waldstückes. Im unteren Bereich liegen zahlreiche Reisighaufen und Holzstöße. Links unten: DGM, welches ohne Nutzung der Echobreite-Information abgeleitet wurde. Die Reisighaufen sind als Erhebungen der Bodenoberfläche Teil des DGM. Rechts oben: Kartierung der Echobreiten der einzelnen letzten Echos. Hohe Echobreiten stammen vor allem aus den Bereichen der Reisighaufen. Rechts unten: bereinigtes DGM nach Entfernung der Punkte mit hoher Echobreite (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

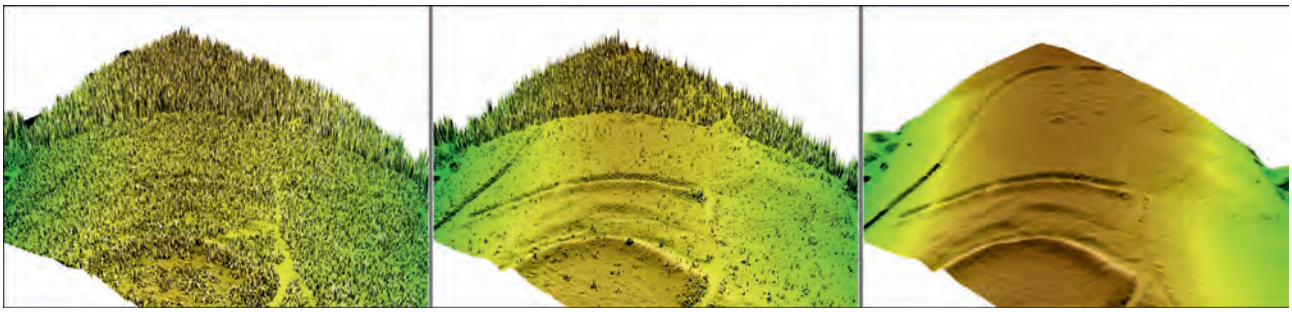


Abb. 104: Purbach, Bgld. Prozess der Filterung: Links: DSM aus allen Daten; Mitte: DGM aus den letzten Echos. Rechts: DGM aus den gefilterten Daten (© Michael Doneus; Datengrundlage: Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Abhängigkeit von der Weite des ausgesandten Pulses) können sämtliche Punkte mit zu hohen Echobreiten aussortiert werden, da sie mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht direkt vom Boden stammen. Auf diese Weise können etwa vorhandene Reste von Grabhügeln von fälschlicherweise verbleibenden Vegetationspunkten (z. B. Reisighaufen, sofern diese verhältnismäßig locker geschichtet sind und sich nicht über längere Zeiträume gesetzt haben) unterschieden werden, was besonders für die archäologische Interpretation wichtig erscheint (Abb. 103) (Doneus, Briese 2006a).

Als Ergebnis sind nun die Punkte aus niedriger, dichter Vegetation oder ähnlichen Objekten eliminiert; es bleiben die Punkte übrig, die entweder vom Boden selbst, oder von massiven Objekten, wie Häusern, Autos oder Baumstämmen



Abb. 105: Darstellung des etwa 190 km² großen, aus den ALS-Daten abgeleiteten, vom Wald bereinigten DGMs des Leithagebirges (Grafik: Michael Doneus; Hintergrund ÖK 1:50.000: © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

reflektiert wurden. Um im DGM unerwünschte Nicht-Bodenpunkte zu entfernen, bedarf es einer möglichst automatischen Klassifizierungsmethode (in der Literatur auch Filtermethoden genannt). Es gibt zahlreiche für diesen Zweck entwickelte Filtermethoden (Sithole, Vosselman 2003). In den bisherigen archäologischen Publikationen zu ALS blieben diese jedoch in der Regel unerwähnt, da die verwendeten Datensätze in den uns bekannten Beispielen bisher bereits gefiltert an die Archäologen weitergegeben worden waren.

In den bislang durchgeführten eigenen Projekten wurde für die Filterung die Theorie der robusten Interpolation mit einer exzentrischen und asymmetrischen Gewichts-Funktion (Kraus, Pfeifer 1998) verwendet. Bei der robusten Interpolation, die auf Kriging basiert, werden in einem Prozess Nicht-Bodenpunkte eliminiert und ein Geländemodell interpoliert. Dabei wird in einem ersten Schritt eine Fläche bestimmt, welche vermittelnd durch alle verbleibenden Punkte aus letzten Echos verläuft. Anschließend wir in einem iterativen Verfahren der Einfluss (das Gewicht) der einzelnen Punkte schrittweise so verändert, sodass die endgültige Fläche durch die nun hoch gewichteten Bodenpunkte verläuft. Im Rahmen dieses Prozesses der Gewichtsanpassung wird eine asymmetrische Gewichtsfunktion verwendet, die in Abhängigkeit der Höhendifferenz zur zuvor bestimmten Fläche ein hohes Gewicht jenen Punkten zuordnet, die auf bzw. unter der vermittelnden Fläche liegen. Im Gegensatz dazu wird Punkten, die signifikant über der Fläche liegen, im Rahmen des nächsten Iterationsschrittes ein niedriges Gewicht zugeordnet. So gelingt eine schrittweise Annäherung der interpolierten Fläche an die tatsächliche Geländeoberfläche. Sobald sich durch die Neugewichtung keine signifikante Änderung der Fläche ergibt, können dann über einen zu wählenden Schwellenwert diejenigen Punkte eliminiert werden, welche bezogen auf die berechnete Fläche zu hoch und daher mit großer Wahrscheinlichkeit keine Bodenpunkte sind (Kraus 2004, 459 ff.; Briese et al. 2002).

Dieser Prozess der Filterung, um einen hierarchischen Ansatz erweitert (Briese et al. 2002), ist im Softwarepaket SCOP ++ (Kraus, Otepka 2005) implementiert. Der gesamte Prozess der Filterung ist im EuroSDR Fernlehrgang „Filtering and Classification of Laser Scanner Data" dargestellt und kann im Internet abgerufen werden (http://www.

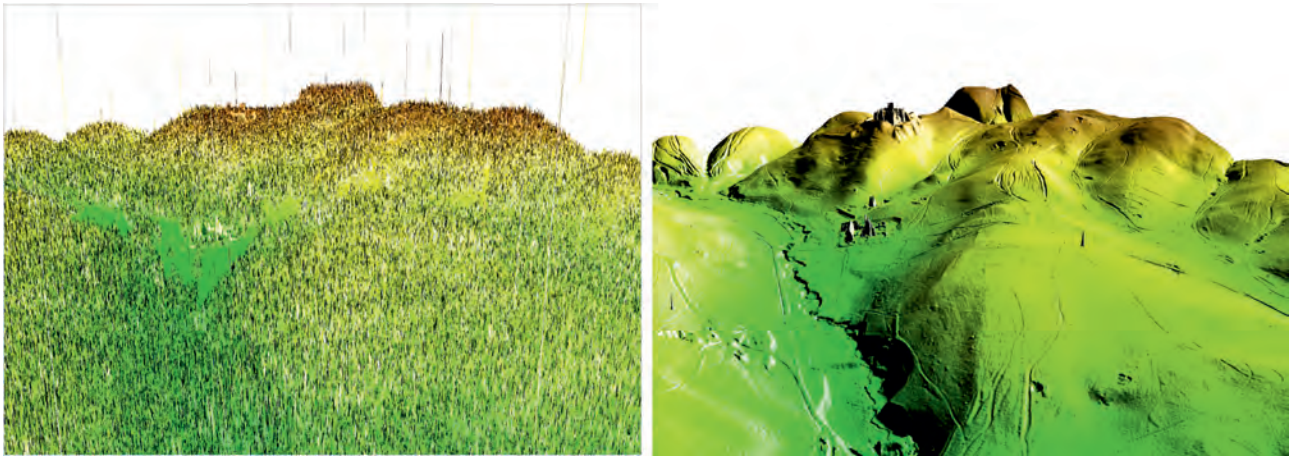


Abb. 106: Mannersdorf, NÖ. Perspektive Ansicht der aus den Daten abgeleiteten Höhenmodelle – Blick von Süden. Links: digitales Oberflächenmodell (DSM); rechts: digitales Geländemodell (DGM) nach Analyse der Echobreite und Filterung durch robuste Interpolation (© Michael Doneus; Datengrundlage: Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

ipf.tuwien.ac.at/eurosdr/index.htm <22. Juni 2012>). Als Ergebnis erhält man ein von Vegetation bereinigtes digitales Geländemodell, welches in der Folge archäologisch interpretiert werden muss (Abb. 104).

Abschließend sei auf den wesentlichen Umstand verwiesen, dass jede Filterung einen bestimmten Zweck verfolgt. So ist es im Rahmen der landesweiten topografischen Erfassung wichtig, ein DGM abzuleiten, welches von Gebäuden und Mikrotopografie weitgehend bereinigt ist. Für archäologische Anwendungen sollen aber gerade diese Strukturen erhalten bleiben (streng genommen arbeitet man in der Archäologie daher nicht mit einem DGM sondern einer hybriden Geländeoberfläche, welche nur von der Vegetation bereinigt ist, andere Oberflächenobjekte (v.a. Gebäude und Mauern) jedoch beinhaltet). Durch gezielte Filterung lassen sich daher von ein und demselben Datensatz unterschiedliche Oberflächen ableiten (Doneus, Briese 2011). Dazu gibt es ein breites Spektrum an Filtersoftware mit unterschiedlichsten Einstellungsmöglichkeiten. Bei Verwendung bereits gefilterter Geländemodelle ist es daher ratsam, anhand der (hoffentlich vorhandenen) Metadaten die Eignung der verwendeten Daten für den bezweckten Einsatz zu evaluieren.

10.5.4 Archäologische Anwendungen von ALS

ALS findet mittlerweile in vielen Bereichen Anwendung. Auch in der Archäologie kommt es in den letzten Jahren vermehrt zur Nutzung von ALS-Daten (zusammenfassend: Crutchley 2010, Doneus, Briese 2011). Im Sinne einer Prospektionstechnik nimmt ALS eine Zwischenstellung zwischen der Luftbildarchäologie und einer topografischen Aufnahme von archäologischen Fundstellen ein.

Bei sämtlichen bisherigen archäologischen Anwendungen wurden Daten von konventionellen Scannern herangezogen. In England versucht man aufgrund der dortigen Verhältnisse (relativ viel unbewaldetes Weideland) vor allem die sich noch im Relief abzeichnenden archäologischen Strukturen in unbewaldeten Zonen mittels ALS zu untersuchen (Barnes 2003; Bewley 2003; Challis 2006; Holden 2001; Holden et al. 2002; Motkin 2001; Shell, Roughley 2004; Bewley et al. 2005; Crutchley 2006). In den ersten Jahren wurden Scannerdaten vor allem anhand bereits gut untersuchter Gebiete und bekannter Fundstellen (z. B. Hambledon Hill, Stonehenge, Avebury etc.) analysiert. Es zeigte sich dabei, dass ALS vor allem bei speziellen topografischen Situationen, an denen die Luftbildarchäologie nur beschränkt Erfolg hatte, sinnvoll eingesetzt werden kann. Es wurde dabei auch auf die Möglichkeiten von ALS bei der Überwachung archäologischer Landschaften hingewiesen (Bewley 2003). Bis 2005 war ALS im Wald nur in wenigen Fällen archäologisch erfolgreich getestet worden. Durch die in einzelnen Ländern großflächige Verfügbarkeit von landesweiten Daten steigt die Zahl der archäologischen Anwendungen jedoch rapide an (Sittler 2004; Sittler et al. 2005; Sittler, Schellberg 2006; Devereux et al. 2005; Risbøl et al. 2006; Harmon et al. 2006; Doneus, Briese 2006b; Cifani et al. 2007; Gallagher, Josephs 2008; Hesse 2010; Schmidt et al. 2005; Crutchley 2010; Risbøl 2009).

Bei dem vom Autor selbst durchgeführten, im April 2006 begonnenen Projekt „LiDAR-gestützte Prospektion in Waldgebieten“ sollte das Potenzial von ALS für die archäologische Prospektion im geschlossenen Waldgebiet erkundet werden. Zu diesem Zweck wurde ein etwa 190 km² großer Bereich des Leithagebirges in Ostösterreich in einer Fallstudie eigens gescannt und archäologisch ausgewertet

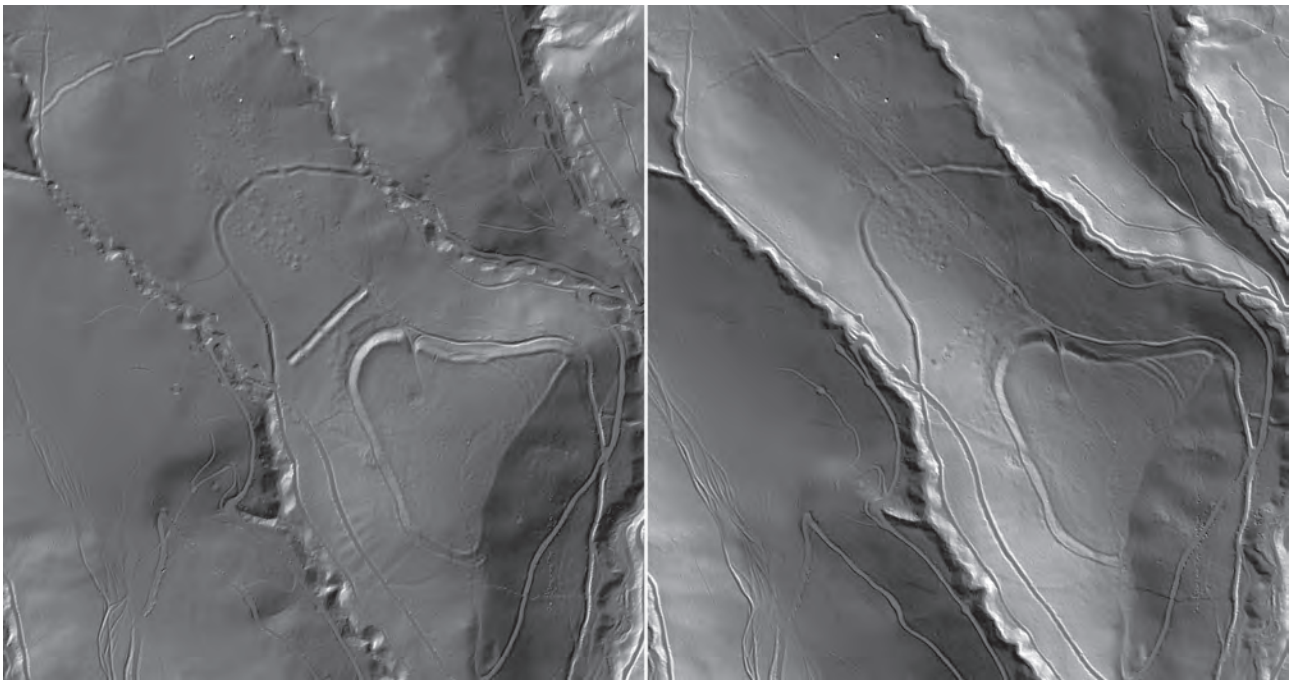


Abb. 107: Purbach, Bgld. Darstellung des DGM als schattiertes Bild mit der Beleuchtungsrichtung von Nordwest (links) und Südwest (rechts). Besonders lineare Strukturen können bei parallel einfallender Beleuchtung fast zur Gänze unsichtbar werden (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

(Abb. 105). Das Gebiet ist fast ausschließlich mit Eichen-Buchen Mischwald bewachsen, der sich – wenn er in der vegetationslosen Periode gescannt wurde – gut herausfiltern lässt. In während der Pilotphase durchgeführten Tests wurden zwei, jeweils etwa 4 km² große, bewaldete Bereiche über bereits bekannten archäologischen Fundstellen gescannt. Ein Gebiet deckt die eisenzeitliche Höhensiedlung von Purbach mit zahlreichen Gräben, Wällen und einem Hügelgräberfeld ab (Doneus et al. 2008a). Das zweite Gebiet beinhaltet neben einer prähistorischen Höhensiedlung noch eine mittelalterliche Burgruine sowie eine barocke Klosteranlage (Doneus et al. 2008b).

Beide Tests erwiesen sich als äußerst erfolgreich. Um die Wirkung der Klassifizierung und Filterung, der ALS Daten zu veranschaulichen, sind auf Abb. 106 das digitale Oberflächenmodell (erster Puls, also mit Bewuchs) und das abgeleitete digitale Geländemodell (ohne Bewuchs) gegenübergestellt. Der Vergleich könnte wohl kaum drastischer ausfallen. Während es im linken Bild von Abb. 106 aufgrund des dichten Waldes im Oberflächenmodell sogar schwerfällt, das Kloster und die Ruine zu erkennen, zeigt sich im abgeleiteten Geländemodell die hohe Qualität der ALS Daten. Neben den offensichtlichen Bodendenkmälern wie Kloster und Ruine sind nun selbst schwach ausgeprägte Strukturen deutlich zu erkennen. Der Bachverlauf, mehrere Bündel von Hohlwegen oder das Gebiet des ehemaligen Meierhofes fallen dabei sofort ins Auge. Auch im anderen Beispiel auf Abb. 104 zeigt sich erst in den gefilterten Daten das bereits bekannte Hügelgräberfeld überaus deutlich. Manche der Beraubungstrichter sind nur etwa 7 cm tief und können dennoch deutlich im abgeleiteten Geländemodell dargestellt werden. Weitere Details zu den Ergebnissen finden sich in den entsprechenden Publikationen (Doneus et al. 2008a; Doneus et al. 2008b).

10.5.5 Darstellung und Interpretation von ALS-Daten

Die hoch auflösenden Modelle eines ALS-Scans bieten zahlreiche Möglichkeiten für deren Interpretation (zuletzt: Kokalj et al. 2011). So lässt sich die Schattenrichtung leicht beeinflussen und sekundäre Modelle, wie Hangneigung, Hangausrichtung, und Kurvatur ableiten.

Üblicherweise wird das resultierende DGM in Form eines schattierten Bildes mit oder ohne farbliche Höhencodierung dargestellt. Dies hat den Vorteil einer verhältnismäßig einfachen Lesbarkeit. Die Lichtquelle wird dabei zumeist von rechts oben (von Nordwesten) leuchtend positioniert. Dies ermöglicht es unserem visuellen System, Hügel als solche wahrzunehmen. Wird die Berechnung der Schatten des DGM mit einer aus einer anderen Position leuchtenden Lichtquelle berechnet, so ist die räumliche Wahrnehmung schwierig, sofern nicht Objekte vorhanden sind, welche aufgrund ihrer „Bekanntheit“ eine bestimmte Sichtweise erzwingen (z. B. Häuser). Im Extremfall kann es

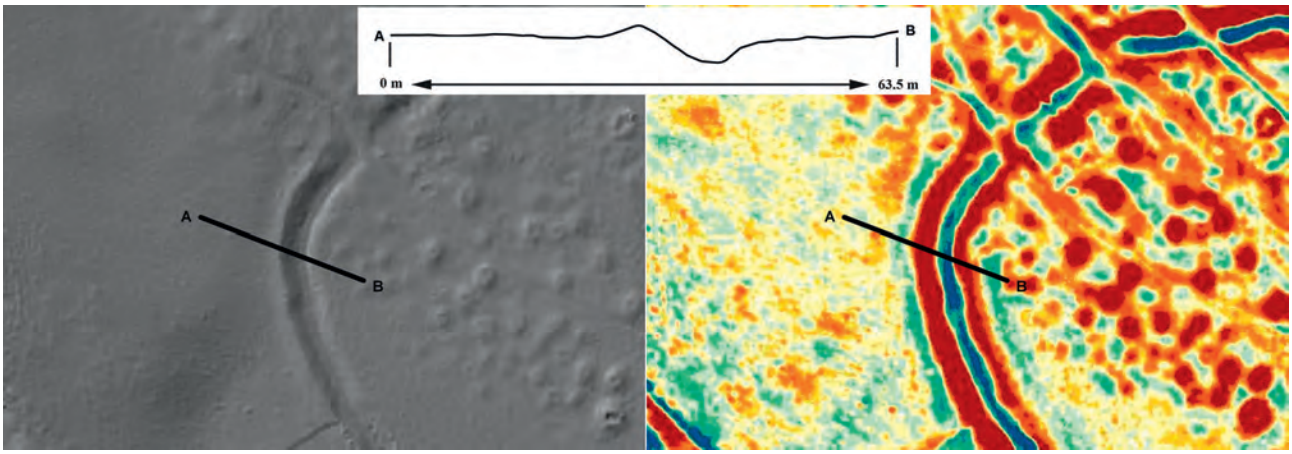


Abb. 108: Lokales Relief: Schattiertes DGM (links) und farbcodierte Darstellung (rechts) (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

zur sogenannten Inversion kommen, wobei Hügel als Täler wahrgenommen werden.

Zudem werden in einer schattierten Ansicht lineare Objekte, welche parallel zur Einfallrichtung der Lichtstrahlen liegen, nicht abgebildet, da sie keinen Schatten werfen (Abb. 107). Dadurch ist die Darstellung von ALS-Daten als einzelnes DGM mit standardmäßiger Schattierung nicht ausreichend für eine umfassende Interpretation. Die eigene Erfahrung hat gezeigt, dass in den meisten Fällen zwei Bilder mit Lichtquellen im Nordwesten und Südwesten (also um 90° gedrehte Schattenwirkung) ausreichen, um einen Großteil der topografischen Unebenheiten zu erkennen. Bernard Devereux et al. argumentieren, dass bis zu 16 Bilder mit jeweils um 22,5° verschobenen Lichtquellen notwendig sind, um sämtliche Merkmale mit Sicherheit entdecken zu können (Devereux et al. 2008, 471). Da dies in der Praxis jedoch mit einem großen Zeitaufwand verbunden ist, schlagen sie vor, mittels einer Hauptkomponenten-Transformation diese 16 Bilder zu reduzieren. Sie konnten dabei feststellen, dass die ersten drei Faktoren etwa 99 % der Variationen in den 16 Bildern erklären. Die drei daraus erzeugten Komponenten-Bilder lassen sich als einzelne Farbkanäle zu einem einzigen rgb-Bild zusammenfügen, welches nun 99% der Schatteninformation beinhaltet (Devereux et al. 2008, 474 ff.).

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die subtilen Höhenunterschiede anhand von Farbcodierungen darzustellen. Diese sind von einer Schattenrichtung unabhängig, wodurch keine Information aufgrund einer ungünstigen Orientierung eines Objektes verloren gehen kann. Die Topografie des Gebietes weist in fast allen Fällen um ein Vielfaches größere Höhenunterschiede auf, als die archäologisch interessanten mikrotopografischen Strukturen. Dadurch werden diese in der Farbcodierung nicht angezeigt. Dieses Problem kann man umgehen, indem man ein generalisiertes, von mikrotopografischen Unebenheiten bereinigtes DGM erzeugt (etwa durch einen Tiefpassfilter (low pass filter) mit einer der topografischen Variabilität angepassten Kernelgröße), und dieses vom aus den ALS-Daten abgeleiteten DGM subtrahiert. Als Ergebnis erhält man ein Höhenmodell, welches nur noch kleine topografische Variationen zeigt und diese in einer Höhencodierung deutlich anzeigt.

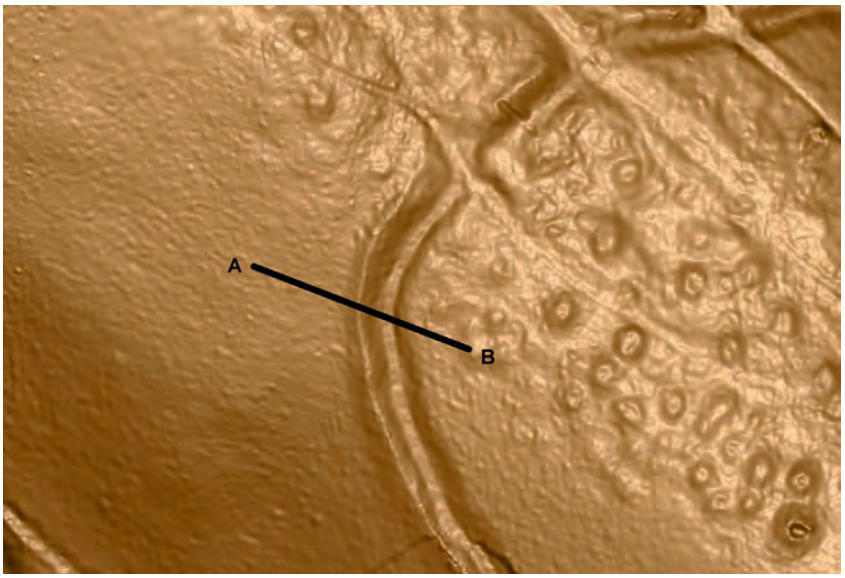


Abb. 109: Hangneigungskarte der Situation von Abb. 108 (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Abb. 108 zeigt einen Ausschnitt der Höhensiedlung von Purbach

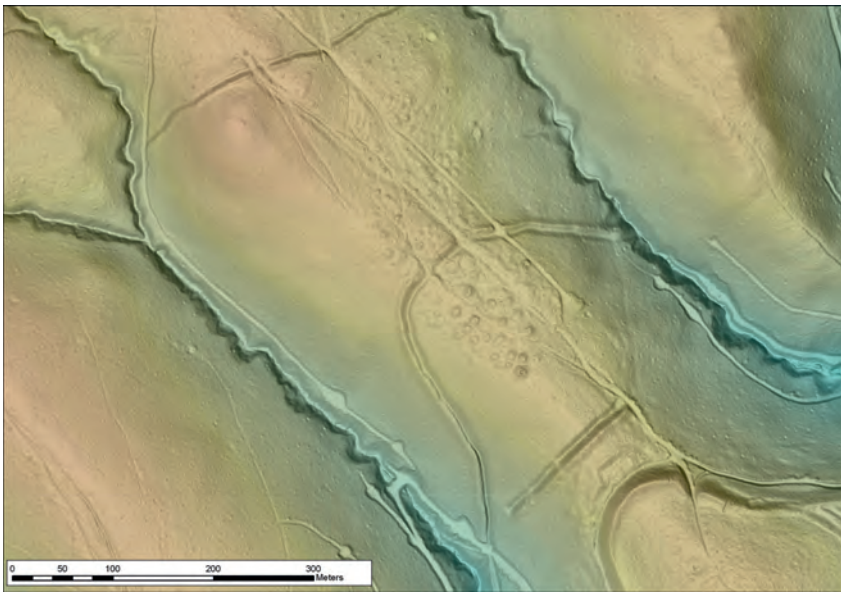


Abb. 110: Kombination aus Hangneigung, Schattierung und Höhencodierung (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

mit einem Wall, begleitendem Graben sowie zahlreichen, eisenzeitlichen Grabhügeln. Für das generalisierte DGM wurde das aus den ALS-Daten abgeleitete DGM auf eine Auflösung von fünf Metern vergröbert. In dem nach der Subtraktion farbcodierten Bild stellen rot gefärbte Bereiche erhabene Objekte dar, während die Farbe Blau vertiefte Bereiche anzeigt. Vor allem bei den Grabhügeln zeigt sich, dass die einzelnen Hügelumrisse nun deutlich zu erkennen sind und leicht umgezeichnet werden können. Während diese Methode sich ausgezeichnet für die Visualisierung kleiner und sehr flacher Strukturen eignet, erweist sie sich bei großen und steilen Reliefunterschieden als schwieriger. Strukturen, wie ein massiver Wall und Graben zeigen sich noch immer im generalisierten DGM – allerdings flacher und breiter. Dies führt bei der Subtraktion dazu, dass ein schmaler Bereich am inneren Grabenrand fälschlicherweise als Rot farbcodiert wird und somit einen Wall suggeriert (Abb. 108 rechts). Um solche Fehler zu vermeiden, muss bei der Generalisierung dafür Sorge getragen werden, dass kein Punkt aus Bereichen einer großen archäologischen Struktur für die Herstellung des generalisierten DGMs verwendet wird. Ralf Hesse stellte jüngst eine Datenprozessierung vor, die solche Fehler (je nach verwendeter Kernelgröße) reduzieren kann (Hesse 2010).

Eine zusätzliche Möglichkeit ergibt sich aus der Berechnung von Hangneigungskarten. Diese zeigen alle topografischen Unebenheiten aufgrund ihrer veränderten Hangneigung deutlich an. In Abb. 109 ist die Situation aus Abb. 108 als Hangneigungskarte dargestellt. Auch hier lassen sich Grabhügel, Wall und Graben sehr deutlich erkennen und gut interpretieren. Das Hauptproblem bei dieser Art der Darstellung ist, dass die Richtung der Hangneigung nicht angezeigt wird und es daher ohne Zusatzinformation unmöglich ist, zu unterschieden, welche der beiden linearen Strukturen in Abb. 109 den Wall und welche den Graben darstellt.

Als gut lesbare, rasche und einfach zu realisierende Alternative hat sich die Kombination aus Hangneigung und Schattierung herausgestellt. Sie zeigt lineare Strukturen unabhängig von ihrer Ausrichtung und ist zugleich gut lesbar. Durch Kombination mit einer Farbcodierung der Höhen lässt sich somit eine ausgezeichnete Interpretationsgrundlage visualisieren (Abb. 110). Prinzipiell wäre es auch möglich, mit dynamischen Lichtquellen zu interpretieren, d. h. während der Bildbetrachtung in Echtzeit die Lichtquelle zu verschieben, um die zu interpretierende Szene von allen Richtungen zu schattieren. Großes Potenzial liegt auch in der stereoskopischen Interpretation, bei welcher das DGM über Anaglyphen oder besser noch Shutterbrillen den Augen stereoskopisch vermittelt wird und Höhenunterschiede dabei noch deutlicher wahrnehmbar werden. Zudem gibt es auch Versuche zu einer automatisierten Kantenextraktion, bei welcher aufgrund einer automatisierten Erkennung von Unterschieden in der Hangneigung die Kanten entlang von Wällen, Terrassen und Hügeln kartiert werden können (Briese 2004) sowie der automatischen Erkennung einfacherer Strukturen, wie z. B. Grabhügel (de Boer 2005; de Boer et al. 2008).

Aus der bisherigen Erfahrung kann man sagen, dass ein ALS-DGM gegenüber der herkömmlichen topografischen Begehung/Vermessung eine deutlich gesteigerte Erkennungsrate archäologischer Strukturen zulässt. Ein Vergleich mit einer in den 1960er Jahren von einem Team aus professionellen Vermessern und Archäologen hergestellten topografischen Kartierung (Ulbrich 1962) der archäologischen Überreste der eisenzeitlichen Höhensiedlung von Purbach erbrachte eine sehr gute geometrische Übereinstimmung zwischen den beiden Aufnahmen (Doneus et al. 2008a, 888 ff.). Wichtig erschien jedoch, dass in dem aus den ALS-Daten abgeleiteten Geländemodell mehr archäologische Details erkannt werden konnten, als dies vor Ort möglich war. So konnten allein im Hügelgräberfeld beinahe doppelt so viele Grabhügel im DGM erkannt werden.

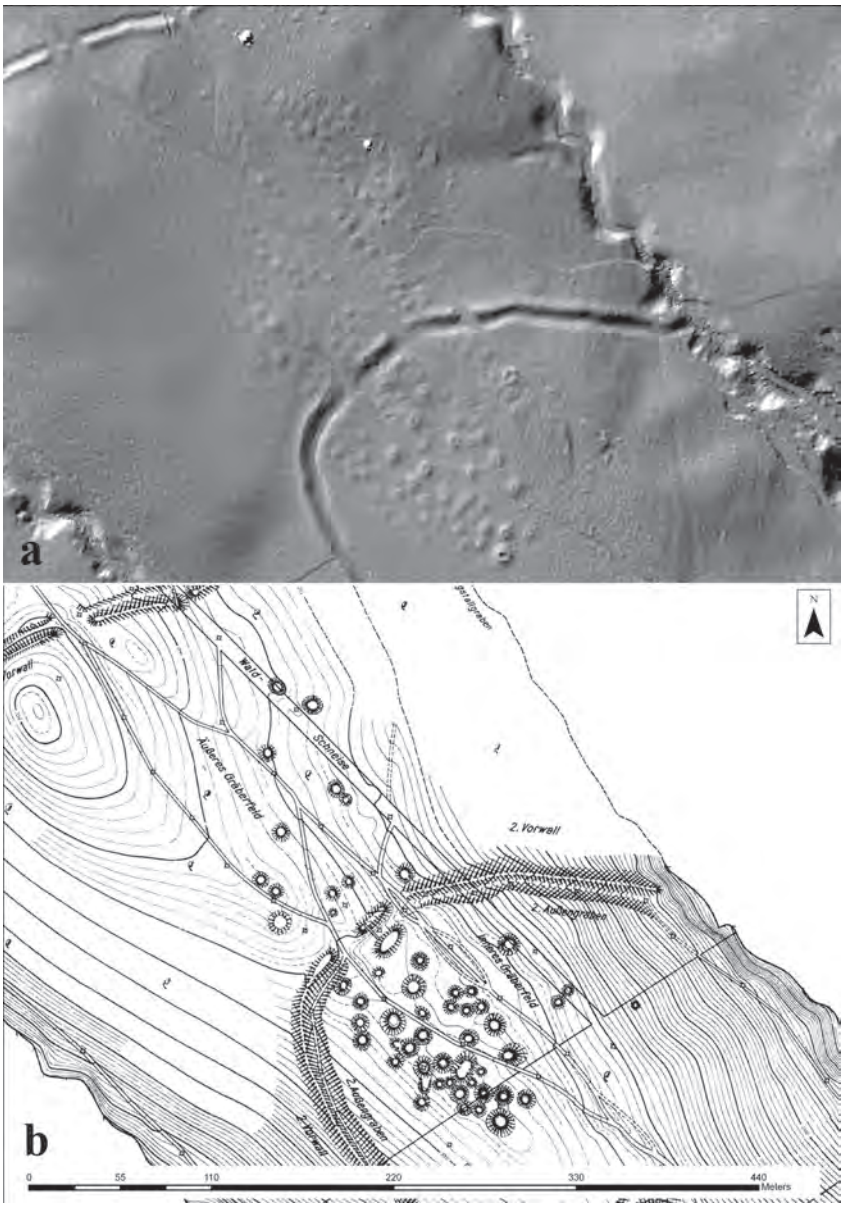


Abb. 111: Purbach, Bgld. Vergleich zwischen (a) ALS-DGM (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien) und Vermessung vor Ort (aus Ulbrich 1962, © BEV 2007).

Viele dieser Hügel erheben sich nur wenige Zentimeter über das Gelände und sind deshalb vor Ort kaum wahrnehmbar. Im DGM kann man diese aber aufgrund der Möglichkeit, verbesserte Schattenwirkungen durch Verändern der Lichtquelle zu erzielen, zum Teil deutlich visualisieren (Abb. 111).

10.5.6 Vergleich mit anderen Prospektionsmethoden

Im Sinne einer Prospektionstechnik nimmt ALS eine Zwischenstellung zwischen der Luftbildarchäologie und einer topografischen Aufnahme von archäologischen Fundstellen ein. Mit der Luftbildarchäologie hat es gemeinsam, dass es eine flugzeuggetragene Methode ist, welche im Geländerelief erhaltene Fundstellen ähnlich wie auf Senkrechtaufnahmen zeigt, in welcher Fundstellen aus sogenannten Schatten-, Flut- oder Schneemerkmalen identifiziert werden können. Sowohl das Luftbild als auch das abgeleitete DGM von einem Laserscan bedürfen einer Interpretation, um potenzielle archäologische Fundstellen und Strukturen zu entdecken. Der Hauptunterschied liegt in der Tatsache, dass die Herstellung von Luftbildern eine passive Fernerkundungsmethode ist, welche die reflektierte Strahlung im Bereich der Wellenlängen des sichtbaren Lichts und des nahen Infrarots auf Film oder einem Digitalsensor aufnimmt. Der Wert eines Pixels im Foto ist somit Ergebnis einer Mischung der gesamten Strahlung innerhalb eines bestimmten Gebietes, für die der entsprechende Sensor sensibilisiert war. Im Gegensatz dazu ist ALS eine aktive Methode, welche ein dichtes Netzwerk von 3D-Punkten der Oberfläche der Erde misst. Ein Laserpuls kann in Vegetation bis zu einem gewissen Grad eindringen und bietet die Möglichkeit, unterschiedliche Objekte innerhalb des „Footprints“ zu unterscheiden.

Während archäologischer Befliegungen können nur wenige Parameter, wie z. B. Datum und Zeit des Flugs, Flughöhe, Blickrichtung sowie die Art des Sensors beeinflusst werden, um die Erkennung von Fundstellen zu verbessern. Sobald ein Luftbild gemacht wird, gibt es nur eine beschränkte Anzahl von Möglichkeiten, es für die Interpretation zu verbessern. Die hoch auflösenden Modelle eines ALS-Scans haben eine Reihe von Möglichkeiten für die Verbesserung der Interpretation. Es ist zum Beispiel möglich, Faktoren der Schatteneigenschaft zu beeinflussen (Höhe des Reliefs, Richtung der Schattierung in Bezug auf lineare Strukturen, Position der Sonne), die wir im wirklichen Leben nicht beeinflussen können, oder sekundäre Modelle wie Hangneigung, Aspekt, und Kurvatur abzuleiten.

Vor allem dort, wo Wald oder andere dichte Vegetation diese flachen Denkmäler verbirgt, ist auch das Luftbild meist chancenlos. Hier hat sich das flugzeuggetragene Laser-Scanning als die bessere (wenn auch teurere) Methode erwiesen. Alle noch im Geländerelief erhaltenen Bodendenkmäler können mittels dieser Methode präzise und genau großflächig kartiert werden, sodass sie in vielen Fällen die sinnvollere Alternative zur Auffindung und Dokumentation erscheint.

Mit der topografischen Vermessung hat ALS gemeinsam, dass beide Methoden geodätische Messungen vornehmen und beide Methoden auf eine Interpretationskarte hinauslaufen sollten. Der wichtige Unterschied liegt in der Tatsache, dass der archäologische Landvermesser im wahrsten Sinne des Wortes mit einer bereits bekannten Fundstelle in Berührung steht und aus Zeitgründen gewöhnlich nur das aufnimmt, was auf der Fundstelle als archäologisch relevant interpretiert wird. Während eines ALS-Scans wird das gesamte Interessengebiet mit derselben Dichte (in unserem Fall 3 bis 8 Punkte pro m^2) dokumentiert, egal ob es im Relief erhaltene archäologische Strukturen enthält oder nicht.

Bei der terrestrischen Vermessung findet also bereits während der Aufnahme eine Interpretation statt. Die Interpretation eines ALS-Scans wird zu einem späteren Zeitpunkt, meist weit ab von der Fundstelle, durchgeführt. Die Aufnahme vor Ort ist von Vorteil, und es wird wohl kein schwerwiegendes Problem für einen fachkundigen Vermesser sein, einen Reisighaufen von einem Grabhügel zu unterscheiden. Dieselbe Unterscheidung kann bei der Arbeit mit ALS-Daten ein sehr schwieriges Unterfangen sein. Andererseits wird das, was der Vermesser während der Aufnahme vor Ort nicht erkennt (z. B. wegen der schwachen Reliefierung oder des dichten Bewuchses), im endgültigen Plan nicht aufscheinen und somit für die wissenschaftliche Forschung verloren gehen.

In einer ALS-Punktwolke werden sämtliche Geländeerhebungen innerhalb des Auflösungsvermögens des Instrumentes, und der vorgegebenen Punktdichte dokumentiert, ob sie während des Interpretationsprozesses beobachtet wurden oder nicht. Jeder, der später die Daten erneut interpretiert, wird das Terrain in demselben Zustand sehen, egal ob dies am Tag danach oder Jahre später geschieht. Dadurch können die Daten immer wieder interpretiert werden, wobei Erfahrung oder veränderte Fragestellungen zu einer neuen Sichtweise und in der Folge zu neuen Erkenntnissen führen können. Dennoch muss betont werden, dass im Zuge der Interpretation von ALS-Daten eine Begehung vor Ort unumgänglich ist.

Bei der terrestrischen Aufnahme ist eine Re-Interpretation (d. h. die erneute Vermessung) theoretisch ebenfalls möglich, wenn es auch sicherlich nicht allgemeine Praxis ist. Kritisch erscheint in diesem Zusammenhang, dass öfter als uns lieb ist, Fundstellen gar nicht erneut vermessen werden können, weil sie in der Zwischenzeit erodiert, beschädigt oder zur Gänze zerstört wurden. In diesen Fällen ist das Wissen um zuvor nicht aufgenommene Strukturen auf immer verloren.

10.5.7 Methodische Probleme von ALS

Die Eignung von ALS als Prospektionsmethode in Waldgebieten konnte bereits unter Beweis gestellt werden. Nur wenige Stunden der Datenerfassung ergeben ein hochauflösendes, qualitativ hochwertiges DGM. Durch seine Eignung, Wald zu durchdringen, hat diese Methode wohl große Bedeutung bei der archäologischen Prospektion bewaldeter Gebiete erlangt. Dennoch ist eine gewisse Zurückhaltung geboten: es gibt einige Faktoren, welche die Ergebnisse relativieren und vor einem Einsatz von ALS bedacht werden sollten.

Die wohl wichtigste Einschränkung ist, dass sich mit dieser Methode nur im Geländerelief erhaltene Bodendenkmäler entdecken und dokumentieren lassen. Was sich nicht mehr im Geländerelief abzeichnet, kann auch durch ALS nicht dargestellt werden. Somit ist das Repertoire an Fundstellenkategorien begrenzt und keinesfalls repräsentativ für den Gesamtbestand der im Waldgebiet möglichen Bodendenkmäler.

Das aus den ALS-Daten abgeleitete DGM muss für eine archäologische Interpretation, bei der auch feine mikrotopografische Strukturen wichtig sind, eine entsprechend hohe Qualität aufweisen. Für diese sind vor allem Punktdichte, Klassifikation in Boden- und Nicht-Bodenpunkte, Art des Baumbestandes sowie der Zeitpunkt der Datenerfassung relevant. Zudem benötigt man für die Erfassung subtiler Geländeunebenheiten auch eine entsprechend hohe Punktdichte. Es ist zwar anzunehmen, dass in Zukunft auch bei landesweiten Aufnahmen mit ähnlich hohen Punktdichten zu rechnen ist. Im Moment sind solche Aufnahmen jedoch rar und meist nur mit weitaus geringerer Auflösung (meist 1 Punkt pro Quadratmeter) zu bekommen. Dass auch geringere Punktdichten für zahlreiche Bodendenkmäler ausreichen könnten, zeigen die bereits publizierten archäologischen Anwendungen (Sittler 2004; Sittler, Schellberg 2006; Harmon et al. 2006). Es gibt hierzu jedoch noch keine systematischen Untersuchungen.

Für eine adäquate Klassifikation bedarf es vor allem geeigneter Verfahren der Filterung. Die in den eigenen Projekten bislang verwendeten FWF-ALS Sensoren tragen zusätzlich zu einer verbesserten Erkennung von Nicht-Bodenpunkten

bei, was sich auf die Qualität des DGM auswirkt (Doneus, Briese 2006a).

Aufgrund noch fehlender systematischer Untersuchungen kann momentan vor allem konstatiert werden, dass ALS im Laubwald bzw. Mischwald vor allem in der bewuchsfreien Zeit gute Ergebnisse erzielt werden können. Jedenfalls sollte zum Zeitpunkt des Scans kein Schnee liegen, da dieser – wenn er nass ist – keine guten Reflexionen zulässt. Dies reduziert vor allem in schneereichen Gebieten das Zeitfenster auf ein Minimum. Oktober oder November sind nämlich in den meisten Fällen für die Datenaufnahme nicht empfehlenswert, da das frisch gefallene Laub noch nicht durch Schnee und Regen komprimiert wurde und somit die feinen Unebenheiten des Bodens, welche archäologisch interessieren, noch nicht nachzeichnet bzw. sogar verdeckt. Aus diesem Grund ist eine Befliegung von Laubwäldern etwa in Norwegen kaum möglich, da zu dem Zeitpunkt, an dem die letzten Schneereste geschmolzen sind, die Belaubung der Bäume bereits weit fortgeschritten ist. Deshalb hat man in dieser Region bessere Ergebnisse im Bereich von Nadelwald (Risbøl et al. 2006, 111). Prinzipiell ist ALS auch in Mischwäldern oder reinem Nadelwald möglich. Man muss hier jedoch mit Abstrichen bei der Auflösung des DGM rechnen.

Weiter soll hier betont werden, dass das Ergebnis einer ALS-Befliegung ein digitales Geländemodell ist, dessen Interpretation sich oft als schwierig herausstellen kann. Auch wenn im Allgemeinen die Erkennungsrate archäologischer Strukturen deutlich gesteigert werden kann, darf dies nicht darüber hinwegtäuschen, dass eine verifizierende Begehung vor Ort notwendig ist. Eine Steinansammlung von einem Grabhügel zu unterscheiden – um nur ein Beispiel zu nennen – ist nämlich bei der Arbeit mit ALS-Daten oftmals nicht möglich. Die Erfahrung hat daher gezeigt, dass eine Begehung vor Ort notwendig ist, um die im Geländemodell erkannten Strukturen zu verifizieren.

10.6 Geophysikalische Prospektion

Sowohl Feldbegehung als auch Luftbildarchäologie haben zahlreiche methodische Probleme erkennen lassen. Die Aussagekraft einer Begehung wird durch zahlreiche Unsicherheitsfaktoren relativiert. Man erhält keine Information zu Form, Größe, Anzahl und Abgrenzung archäologischer Strukturen, und großflächige, mehrere Quadratkilometer umfassende, intensive Begehungsprojekte sind praktisch unfinanzierbar. Luftbildarchäologie hat zwar ein großes Potenzial, großflächig Fundstellen und detailliert Strukturen zu finden, ihr Erfolg ist jedoch unter anderem stark von Bodenart, Landnutzung und Vegetation abhängig. Die Sichtbarkeit diverser Merkmale variiert von Flug zu Flug – Luftbildarchäologie muss daher systematisch und wiederholt stattfinden. Auch wenn damit – wie noch zu zeigen sein wird (vgl. Kapitel 11.1.5.1) – selbst in archäologisch gut erforschten Gebieten eine große Zahl neuer Fundstellen zum Teil mit ihren strukturellen Details entdeckt und kartiert werden können, bleibt ein für die Landschaftsarchäologie wichtiges Problem ungelöst: Aufgrund der zeitlich und räumlich variierenden Sichtbarkeit von Merkmalen lassen sich keine fundierten Aussagen zur Relation der gefundenen und noch unentdeckt im Boden erhaltenen archäologischen Strukturen machen.

Aus landschaftsarchäologischer Sicht bedarf es daher einer Methode, welche großflächig und zuverlässig detaillierte Informationen zu archäologischen Strukturen liefern kann. Diese ist mit der geophysikalischen Prospektion seit längerem prinzipiell bekannt. Mit ihrer integrierten Anwendung unterschiedlicher Methoden (etwa Magnetik und Bodenradar) scheint eine zuverlässige, umfassende und großflächige Aufnahme von archäologischen Strukturen möglich. Dieser Abschnitt wird daher untersuchen, inwieweit die geophysikalische Prospektion diesem Anschein gerecht wird und zugleich der Frage nachgehen, weshalb in der internationalen Landschaftsarchäologie ihr Potenzial zwar registriert wird, eine sinnvolle Integration in landschaftsarchäologische Projekte momentan aber dennoch die Ausnahme darstellt. Dazu ist es notwendig, die wichtigsten Methoden der Geophysik zusammenfassend darzustellen und ihre methodischen Probleme zu diskutieren.

Die geophysikalische Prospektion ist eine der jüngeren archäologischen Prospektionsmethoden. Auch wenn die ersten, vereinzelten Anfänge bereits in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts zu suchen sind (Bevan 2000), steigerte sich das Interesse der Archäologie an geophysikalischen Techniken zunächst in den 1960er Jahren. Etwa seit Mitte der 1980er Jahre nahm die Anzahl der Anwendungen einen deutlichen Aufschwung. Vor allem in Großbritannien wurde die geophysikalische Prospektion nicht zuletzt durch eine Fernsehserie (Time Team) äußerst „populär“ und fand im Vorfeld vieler Planungs- und Strukturmaßnahmen Eingang (Gaffney, Gater 2003, 21 f.). In anderen Ländern ist die archäologische Akzeptanz der Methode aus unterschiedlichen Gründen noch nicht soweit gediehen (z. B. Neubauer 2001, 172 ff.).

C. Gaffney und J. Gater definieren die archäologische geophysikalische Prospektion als: „The examination of the Earth's physical properties using non-invasive ground survey techniques to reveal buried archaeological features, sites and landscapes“ (Gaffney, Gater 2003, 12). Somit zeigt sich hier bereits ein deutlicher Unterschied zu den bislang betrachteten Prospektionsmethoden: Während Feldbege-

hung und Luftbildarchäologie über Artefakte bzw. indirekte Sichtbarkeitsmerkmale auf die strukturelle materielle Hinterlassenschaft schließen, kann man durch die geophysikalische Prospektion die veränderten physikalischen Eigenschaften archäologischer Strukturen direkt messen.

Aus dem breiten Spektrum an Methoden, welche in der Geophysik zur Auswahl stehen (siehe u. a. Gaffney, Gater 2003, 26; Linford 2006), erwiesen sich bis zum gegenwärtigen Zeitpunkt vor allem drei als äußerst erfolgreich: Magnetik, Geoelektrik und das Bodenradar. Diese drei Methoden sollen im Folgenden kurz vorgestellt werden. Während die Magnetik mit passiven Sensoren arbeitet, sind die beiden anderen Methoden aktive Verfahren, welche Ströme induzieren (Geoelektrik) bzw. elektromagnetische Wellen aussenden (Bodenradar).

10.6.1 Magnetik

Auch wenn das Bodenradar zusehends an Bedeutung gewinnt, ist die Magnetik momentan sicherlich die wichtigste Methode der archäologischen geophysikalischen Prospektion (Neubauer 2001, 20). Zahlreiche Publikationen beschäftigen sich mit ihren Prinzipien. Daher soll hier nur ein kurzer Überblick gegeben werden. Vertiefende Einblicke sind den einschlägigen Arbeiten zu entnehmen (Clark 1996, 64–98; Scollar et al. 1990, 422–519; Neubauer 2001; Becker 1996c; Linford 2006, 2220 ff.).

Magnetismus ist eine Kraft, welche durch bewegte elektrische Ladungen erzeugt wird und als Dipol auftritt. Die Übertragung erfolgt mittels eines sogenannten magnetischen Feldes, wobei seine Stärke mit der Distanz zum Dipol abnimmt (Neubauer 2001, 39). Die Erde erzeugt das sogenannte Erdmagnetfeld, welches um etwa 11 Grad gegenüber der Rotationsachse geneigt ist (Deklination). Die Feldlinien, entlang derer sich die magnetische Kraft auswirkt, stehen in der Nähe des Nord- und Südpols vertikal zur Erdoberfläche und verlaufen bogenförmig bis zum jeweils anderen Pol. Dadurch sind die Feldlinien im Bereich des Äquators parallel zur Erdoberfläche. In unseren Breiten nehmen sie einen Winkel von etwa 65 Grad ein (Inklination) (Zickgraf 1999, 107). Die Intensität wird in Tesla gemessen und beträgt zwischen 67.000 und 22.800 Nano-Tesla (nT: 10^{-9} Tesla). Das Erdmagnetfeld ist die Hauptquelle von Magnetismus. Es ist jedoch nicht stabil, sondern verändert sich ständig, wobei sich mehrere unterschiedliche Prozesse überlagern. So gibt es langfristige Variationen, mittelfristige Schwankungen von 20 bis 50 nT pro Tag; aber auch kurzfristige Pulsationen von 0.001 bis 50 nT in zeitlichen Perioden von 0,2 Sekunden bis 10 Minuten Dauer (Neubauer 2001, 39 ff).

Neben dem Erdmagnetfeld gibt es noch andere externe Felder (z. B. aufgrund von Gesteinsformationen), welche aber nur 1 bis 3 Prozent der gesamten auf uns einwirkenden magnetischen Kraft ausmachen. So haben alle Gesteinstypen aber auch die daraus entstandenen Sedimente und Böden eine natürliche, remanente (dauerhafte) Magnetisierung. Diese entsteht vor allem durch eisenhaltige Mineralien, welche weltweit in vielen Böden und Sedimenten – wenn auch nur zu einem geringen Prozentsatz – vorhanden sind. Sie sind hauptverantwortlich für die rötliche und bräunliche Färbung eines Bodens und seine magnetischen Eigenschaften (Linford 2006, 2220).

In Summe besteht die Magnetisierung eines Materials im Wirkungsbereich des Erdmagnetfeldes aus dem remanenten Anteil (also aus den magnetischen Momenten seiner Elektronen, die sich in vielen Fällen aber weitgehend gegenseitig aufheben) sowie dem induzierten Anteil. Die induzierte Magnetisierung ist jener Anteil, der von einem äußeren, externen Magnetfeld erzeugt wird (in unserem Fall in erster Linie das Erdmagnetfeld). Die Intensität dieses induzierten Anteils hängt von der Magnetisierbarkeit (Suszeptibilität) des Materials ab. Dies bedeutet, dass jedes Material (z.B. unterschiedliche Bodenhorizonte und Sedimente) in Abhängigkeit von seiner remanenten Magnetisierung und Suszeptibilität eine unterschiedliche Magnetisierung aufweist (Neubauer 2001, 43 f.). Durch deren Messung lassen sich daher unterschiedlich gefüllte archäologische Strukturen nachweisen.

Neben dieser natürlichen Remanenz kommt auch – vor allem in anthropogenen Ablagerungen – Material vor, welches eine thermoremanente Magnetisierung aufweist. Diese entsteht, wenn ein Material über einen bestimmten Temperaturwert (die sogenannte Curie-Temperatur, welche je nach Material variiert, und für Magnetit zum Beispiel 565° C, für Hämatit 675° C beträgt) erhitzt wird. Beim Abkühlen übernehmen die eisenhaltigen Mineralien die im äußeren Magnetfeld vorhandene Magnetisierung (und deren Ausrichtung). Ergebnis ist eine im Verhältnis stärkere Magnetisierung, welche permanent erhalten bleibt (Gaffney, Gater 2003, 37).

Wenn sämtliche für die Magnetisierung eines Sedimentes verantwortlichen Teilchen aus dem ursprünglichen Muttergestein stammen würden, müsste die Stärke der Magnetisierung innerhalb eines Bodenprofils von oben nach unten relativ ähnlich sein. Der Geophysiker E. Le Borgne konnte jedoch in den 1950er Jahren einige dieser Logik widersprechende Beobachtungen machen. Diese zeigen, dass die Magnetisierung in einem Bodenprofil von oben nach unten zu abnimmt. Der oberste A-Horizont ist demnach am stärksten magnetisiert. Dieser so genannten „Le Borgne-Effekt" dürfte auf mehreren Faktoren beruhen:

Alle Materialien lassen sich aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaften jeweils einer von fünf Gruppen von

Magnetismus zuweisen: Dia-, Para-, Ferro-, Antiferro- sowie Ferrimagnetismus. Bestimmte Stoffe (z. B. Eisen) besitzen den Ferromagnetismus und sind somit stark magnetisierbar. Für die aufgrund ihrer magnetischen Eigenschaft messbaren Sedimente spielt jedoch der Ferrimagnetismus eine wichtigere Rolle: Ferrite, wie Magnetit oder Maghemit weisen eine sehr hohe Suszeptibilität auf, kommen praktisch weltweit in fast allen Böden vor und wirken sich daher stark auf magnetische Eigenschaften von Böden aus (Neubauer 2001, 47 f.). Neben dem natürlichen Vorkommen kann es auch zu sekundärer Bildung aus bestimmten Eisenoxiden aufgrund von Hitze (Feuereinwirkung) kommen. Da Hitze in erster Linie durch Brände, aber auch die anthropogene Nutzung von Feuer an der Erdoberfläche entsteht, kommt es demnach zu einer stärkeren Magnetisierung des oberflächennahen Sediments. Zudem wird die Bildung von ferrimagnetischen Stoffen anscheinend auch durch Fermentationsprozesse gefördert. Dies wäre eine Erklärung für den Le Borgne-Effekt. Durch seine teilweise Verlagerung in Grubenfüllungen würden dadurch auch diese stärker magnetisch und somit in der magnetischen Prospektion erkennbar (Neubauer 2001, 47 f.; Gaffney, Gater 2003, 38 f.).

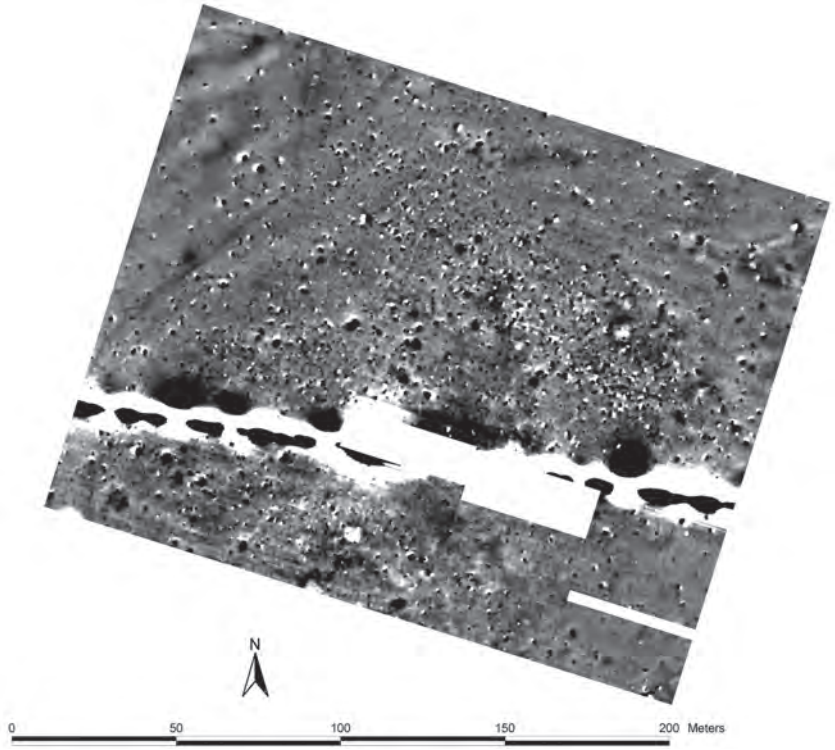


Abb. 112: Zwingendorf, NÖ. Eine im Boden verlaufende Pipeline erschwert eine Interpretation in einem fast 10 Meter breiten Bereich (© ArcheoProspections®).

Eine weitere Erklärung lieferte Jörg Fassbinder. Er konnte feststellen, dass im Ah-Horizont und vor allem dort, wo sich Holzreste zersetzen, magnetotaktische Bakterien (sie verwenden Magnetkristalle zu ihrer Orientierung) vermehren und somit ebenfalls zur Bildung von ferrimagnetischen Stoffen (in diesem Fall von Magnetit) in den betroffenen Schichten führen (Fassbinder 1994; Fassbinder, Stanjek 1993; Fassbinder et al. 1990). Deshalb ist es möglich, ehemalige Pfosten und Palisaden im Magnetogramm zu erkennen, sofern hoch auflösende Sensoren eingesetzt werden (Neubauer 2001, 48). Fassbinder konstatiert daher:

„Viele magnetische Anomalien werden erst durch die Existenz magnetischer Bodenbakterien meßbar“ (Fassbinder, Stanjek 1996, 260).

Anthropogene Ablagerungen, wie zum Beispiel das Füllmaterial von Gruben und Gräben weisen daher nicht nur veränderte Eigenschaften in Bezug auf Korngrößenverteilung und Porenvolumen, sondern durch einen mehr oder weniger großen Anteil von ursprünglich aus dem Ah-Horizont stammendem Material auch mehr Anteile ferro- und ferrimagnetischer Stoffe auf (Gaffney, Gater 2003, 39). Außerdem kommt der bereits zuvor beschriebenen thermoremanenten Magnetisierung im Zusammenhang mit anthropogenen Ablagerungen eine weitere bedeutende Rolle zu. Für den Umgang mit Feuer verwendete, dem Feuer ausgesetzte oder im Feuer hergestellte Materialien erfahren bei der Abkühlung eine bisweilen sehr starke Magnetisierung. Auf diese Weise wird eine große Bandbreite archäologischen Materials, wie Öfen, Lehm im Bereich von Feuerstellen, Ziegel, Keramik, Schlacken, bestimmte Gesteine etc. magnetisch deutlich messbar. Wenn sie in Füllungen von Gruben oder Gräben gelangen, erhöhen sie somit auch dort die Magnetisierung der Ablagerungen (Neubauer 2001, 51 f.).

Dadurch ergibt sich ein mitunter deutlicher Magnetisierungskontrast (vor allem wenn die Gruben in den wenig magnetisierten C-Horizont eingetieft sind). Von einem Kolluvium überlagerte Strukturen lassen sich je nach Mächtigkeit der Bedeckung und ihrer magnetischen Eigenschaften prospektieren (Neubauer 2001, 53). Vor allem, wo wenig Hintergrundrauschen durch den Boden selbst vorhanden ist, lassen sich Spuren besonders gut erfassen (z. B. bei erodierten Fundstellen im Löss). In einem erodierten AP-C

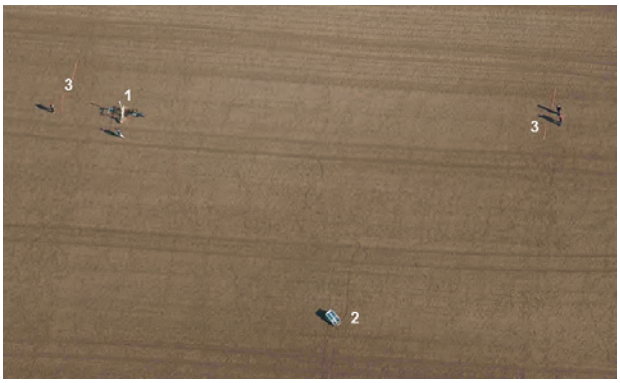


Abb. 113: Luftbild des Teams von ArcheoProspections® im Bereich der Kreisgrabenanlage von Kleinrötz – Detail. (1) Multisensor Caesiumgradiometer, (2) Datenlogger, (3) Latten mit dazwischen verlaufenden Richtschnüren (© Michael Doneus).

Profil sind bei Einsatz entsprechender Sensoren selbst kleinste Pfostengruben erkennbar:

„Archäologische Strukturen mit hoher Magnetisierung lassen sich besonders gut erfassen, wenn sie in C-Horizonten mit geringer Magnetisierung eingetieft sind. Darunter fallen zum Beispiel in Löss oder Sand eingetiefte Gruben mit stark magnetisierbarem Füllmaterial. In Schotter eingetiefte Fundamentgräben, die wieder mit Schotter oder Steinmaterial angefüllt wurden, lassen sich kaum magnetisch nachweisen“ (Neubauer 2001, 53).

Eine Grube gleicht durch ihre stärker magnetisierte Füllung vereinfacht einem Dipol mit positivem Suszeptibilitätskontrast (Umgebung ist weniger magnetisiert). Ihre Feldstärke variiert somit in unseren Breiten von Süd (Maximum) nach Nord (Minimum). Permanent magnetisierte Objekte (Eisen, Ziegel etc.) lassen sich von solchen Gruben dadurch gut unterscheiden, dass die Richtung der Maximum-Minimum-Variation von der des Erdmagnetfeldes abweicht. Die Ausdehnung der gemessenen Anomalie ist größer als die zugrunde liegende Struktur, wobei deren Größe von der Stärke der Magnetisierung abhängt. Dadurch können die von Eisenteilen erzeugten Anomalien andere, in der Nachbarschaft gelegene überdecken (Abb. 112) (Neubauer 2001, 54, 1990, 9 f.).

10.6.1.1 Messgeräte

In der magnetischen Prospektion kamen bislang vier unterschiedliche Gerätetypen zum Einsatz (Scollar et al. 1990, 450–469): Protonenmagnetometer, Fluxgategradiometer (Gaffney, Gater 2003, 61–67), Overhausermagnetometer und Atomabsorptionsmagnetometer (Neubauer 2001, 58; Gaffney, Gater 2003, 68–72). Heute finden von diesen Typen vor allem das Fluxgategradiometer und das Atomabsorptionsmagnetometer Verwendung (Gaffney 2008, 316). Ersteres ist speziell für archäologische Anwendungen gestaltet und vor allem in Großbritannien weit verbreitet, hat jedoch eine weitaus schlechtere Auflösung (0.1 bis 0.4 nT gegenüber 0.001 nT) als das Atomabsorptionsmagnetometer.

Die messbare Stärke einer Anomalie nimmt mit der dritten Potenz zur Entfernung ab. Deshalb muss sich bei einer Messung der Sensor in Bodennähe befinden (Neubauer 2001, 54). Aufgrund des störenden Einflusses der zeitlichen Variation des Erdmagnetfelds werden Messungen mit zwei Sensoren, meist in sogenannter Gradiometeranordnung, durchgeführt: Die Differenz zwischen Referenz- und bodennahem Sensor ergibt Messdaten, in welchen die zeit-

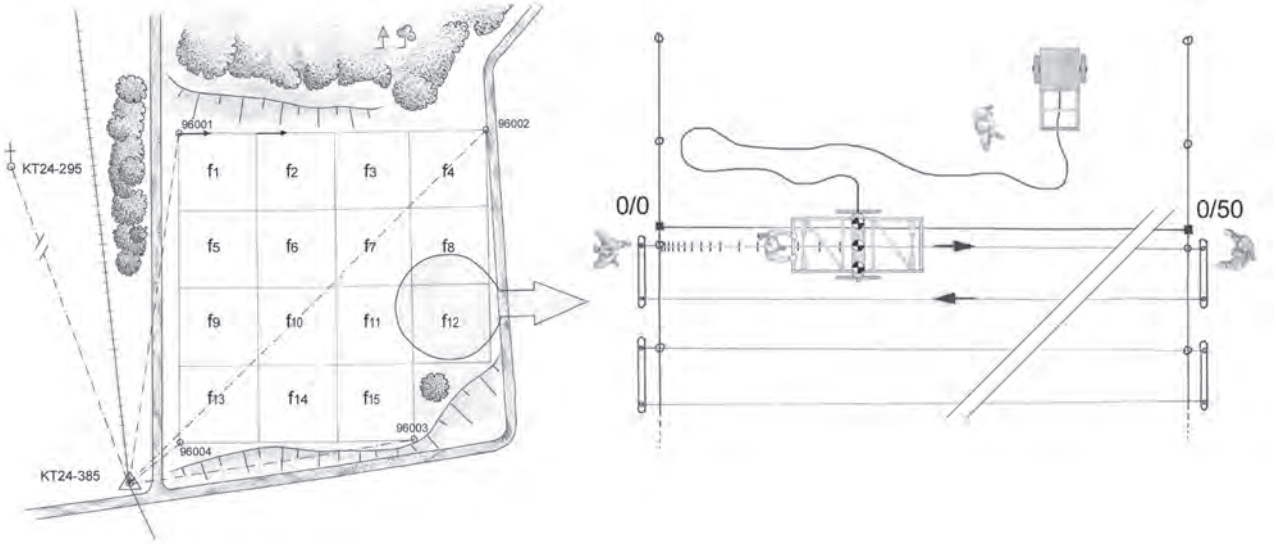


Abb. 114: Schema des Messablaufs (aus Neubauer 2001, 74, Abb. 62).

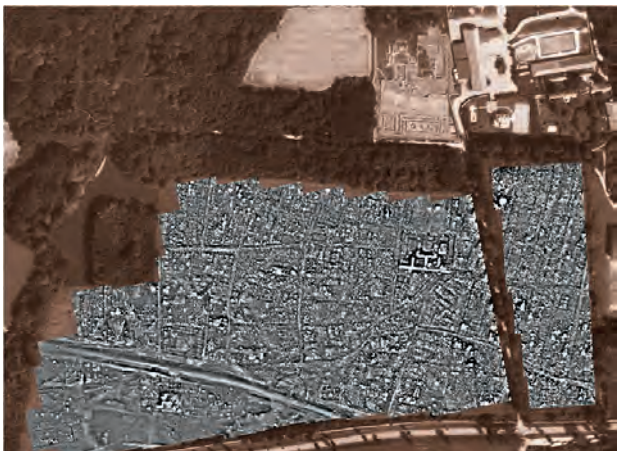


Abb. 115: Carnuntum, NÖ. Magnetogramm eines Bereichs der Zivilstadt (© ArcheoProspections®).

lichen Schwankungen des Erdmagnetfeldes kompensiert und tief liegende geologische Störungen abgeschwächt sind (Gaffney, Gater 2003, 40 f.).

Die beiden bekanntesten, in Österreich tätigen Einrichtungen, ArcheoProspections® (http://www.zamg.ac.at/produkte/thema/geophysik/archeo_prospections/ <22. Juni 2012>>) und VIAS (Vienna Institute for Archaeological Science – http://vias.univie.ac.at/ <22. Juni 2012>), benutzen in erster Linie Atomabsorptionsmagnetometer, so genannte optisch gepumpte Cäsiummagnetometer in Gradiometeranordnung (Neubauer 2001, 60 f.; Neubauer et al. 2010). Diese Sensoren haben eine extrem hohe Auflösung (Becker 1995) und eignen sich bestens, um selbst die schwachen magnetischen Spuren ehemaliger Hölzer (etwa Pfosten oder Schwellbalken) zu messen. Die Sensoren sind in unterschiedlicher Anordnung (einzelner Sensor und Referenzsensor auf einer an einem Kardangehänge frei schwingenden Plexiglasröhre, oder Multisensoranordnung, bei der bis zu fünf Sensoren im Abstand von jeweils 0,5 m parallel bewegt werden) auf unmagnetischen Wagen angebracht. Die Messung selbst erfolgt in quadratischen Rastern von 40 x 40, beziehungsweise 50 x 50 Metern Seitenlänge, die zuvor mittels geodätischer Instrumente ausgesteckt werden (Abb. 113 und Abb. 114). Innerhalb der Messraster erfolgen die Messungen in 0,5 m breiten Bahnen mit einer längs gerichteten Auflösung von 0,125 m (Neubauer 2001, 62 ff.). Besonders die Multisensoranordnung hat große Vorteile, was die Geschwindigkeit der Aufnahme betrifft. Momentan sind bis zu 5 Hektar Messfläche pro Tag mit einer Auflösung von 0,5 x 0,125 m realisierbar.

10.6.1.2 Datenverarbeitung

Die Darstellung der Messdaten erfolgt in den meisten Fällen in Form einer Isoanomaldarstellung in Art eines Höhenschichtenplanes, von Blau nach Rot farbcodiert. In Österreich hat sich die Umrechnung der Messdaten als digitales Bild mit 256 Graustufen als geeignetste Form der Darstellung durchgesetzt (Magnetogramm). Jedem Rasterelement ist ein Pixel zugewiesen, dessen Graustufe dem Messwert entspricht, wobei in der Regel der Messbereich von ±12.6 nT um den Median in die 256 Grauwerte umgerechnet wird (Neubauer 2001, 101 ff.).

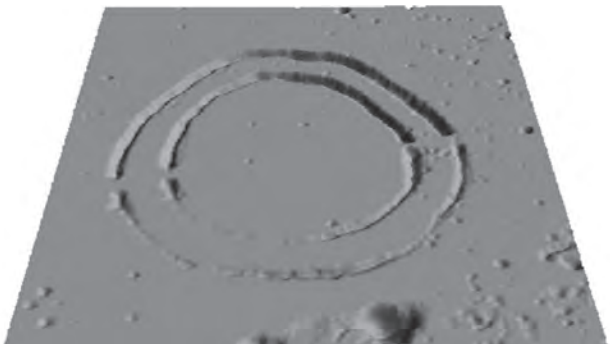


Abb. 116: Puch, NÖ. Dreidimensionale Modellrechnung der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage (© ArcheoProspections®).

Um ein für die visuelle Interpretation ideales Magnetogramm zu erhalten, müssen die Rohdaten zuvor um zahlreiche mögliche Fehlerquellen bereinigt werden. Grobe Messfehler, Sensorausfälle und Übertragungsfehler (*spikes*), starkes Bodenrauschen, Positionierungsfehler (*line shifts* und *displacements*) sowie unterschiedliche mittlere Helligkeiten in einzelnen Rechtecken werden dabei durch unterschiedliche Algorithmen beseitigt bzw. realisiert (Eder-Hinterleitner et al. 1996b; Neubauer 2001, 104–120). Bleiben diese unkorrigiert, so kann sich dies negativ auf die Interpretation auswirken. Zudem kann die Darstellung durch Histogrammanpassung, Glättung, Schärfung oder Schwellwertbildung verbessert werden (Becker 1996d). Eine Georeferenzierung der Bilder ist Voraussetzung, um diese in einem GIS weiter verarbeiten zu können.

Die magnetische Messung erfasst die magnetischen Eigenschaften aller Sedimente bis in eine, von der Sensibilität des verwendeten Sensors abhängigen Tiefe. Mit entsprechendem Vorwissen um ungefähre Form einer archäologischen Struktur und der Suszeptibilität des Füllmaterials bzw. des umgebenden Bodens lässt sich ein dreidimensionales Modell des Untergrundes erzeugen und dieses im Vergleich mit dem Magnetogramm optimieren (Neubauer, Eder-Hinterleitner 1997a; Eder-Hinterleitner et al. 1996a).

10.6.2 Geoelektrik

Die Geoelektrik war in Form der Widerstandskartierung die erste geophysikalische Prospektionsmethode in der Archäologie (Linford 2006, 2211). Detaillierte Infor-

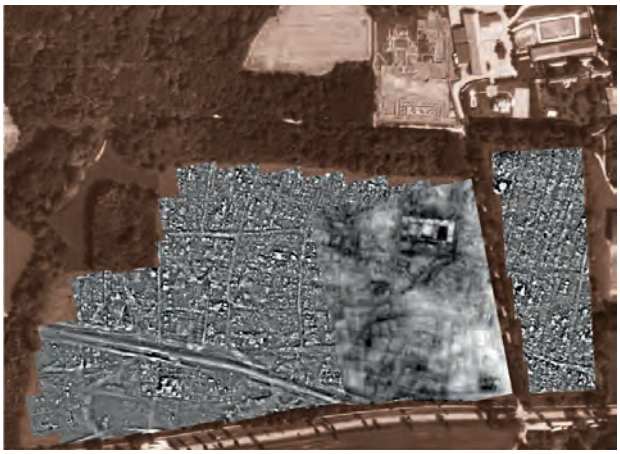


Abb. 117: Carnuntum, NÖ. Resistogramm eines Teilbereichs der Zivilstadt auf dem Hintergrund des Magnetogramms von Abb. 115 (© ArcheoProspections®).

mationen zu Voraussetzungen, Geräten und Messanordnungen finden sich zusammengefasst in unterschiedlichen Publikationen (Clark 1996, 27–63; Scollar et al. 1990, 307–421; Neubauer 1990, 26–34; Linford 2006, 2211 ff.; Schmidt 2009).

Die Geoelektrik ist eine aktive Methode, bei welcher durch Elektroden ein elektrischer Strom in den Boden induziert und seine elektrische Leitfähigkeit bzw. sein elektrischer Widerstand gemessen wird. Der elektrische Widerstand eines Bodens verändert sich unter anderem mit dem Feuchtigkeitsgehalt und der im Bodenwasser gelösten Ionen, und variiert somit zeitlich (Wetter) und räumlich (Bodenart, Porenvolumen). Aufgrund der bereits zuvor erwähnten Notwendigkeit eines entsprechenden Kontrasts lassen sich vor allem Steinstrukturen im umgebenden feinen Boden oder Gräben in Schotter deutlich erkennen (Scollar et al. 1990, 20). Der scheinbare Widerstand des Bodens ergibt sich aus induzierter Stromstärke sowie dem in einer bestimmten Distanz gemessenen Spannungsabfall (Gaffney, Gater 2003, 26 f.; Neubauer 1990, 27).

Elektrischer Strom kann im Prinzip in allen Materialien fließen, indem er durch elektrisch geladene Teilchen (Elektronen in Metallen bzw. Ionen im Wasser) übertragen wird (Clark 1996, 27). Da auch im Bodenwasser zahlreiche, aus unterschiedlichen Salzen gelöste Ionen vorhanden sind, wird ein elektrischer Strom durch ihre Verlagerung auch im Boden geleitet. Dazu ist aber ausreichend freies Bodenwasser in den Poren notwendig. Luft ist nämlich ein sehr schlechter elektrischer Leiter (Scollar et al. 1990, 19 und 307), weshalb ein trockener Boden mit entsprechendem Porenvolumen einen hohen Widerstand aufweist.

Mit dem Feuchtigkeitsgehalt steigt auch seine Leitfähigkeit (Scollar et al. 1990, 19). Die Bodenfeuchte ist von zahlreichen Faktoren abhängig, deren wichtigste die Korngrößenverteilung bzw. das damit verbundene Porenvolumen sind. Äußere Bedingungen (Witterung, Vegetation), welche Wasser zuführen oder entziehen, beeinflussen ebenfalls die Menge an Bodenfeuchte. Je nach Feuchtigkeit weisen zum Beispiel Lehm und Ton Widerstände zwischen 2–50 Ωm (Ohmmeter), Humus 50–100 Ωm und Sandstein bis zu 4.000 Ωm auf (Neubauer 1990, 27, Tab. 1). Deshalb sind Objekte aus Stein (z. B. Mauern), Schutt oder Straßen anhand ihres hohen spezifischen elektrischen Widerstandes besonders gut zu erkennen (Gaffney, Gater 2003, 26). Wie bereits dargestellt (vgl. Kapitel 10.4.2.3), weisen die Füllungen von Gruben und Gräben in der Regel einen im Vergleich zum umgebenden Material erhöhten Feuchtigkeitsgehalt auf. Deshalb zeigen sie einen geringeren spezifischen Widerstand (Zickgraf 1999, 115). Ist ein Boden zu feucht, so funktioniert die Widerstandsmessung schlecht, da der elektrische Strom an der Oberfläche und nicht im Boden geleitet wird (Neubauer 1990, 34).

10.6.2.1 Messvorgang

Der elektrische Widerstand kann durch entsprechende Geräte (z. B. Gaffney, Gater 2003, 56–61) und Messanordnungen flächig kartiert werden. Häufig kommen dabei vier Elektroden zum Einsatz, welche in den oberflächennahen Boden eingebracht werden. Zwei der Elektronen dienen dazu, einen Wechselstrom in den Boden einzuleiten, während die beiden Anderen die Potenzialdifferenz messen (Gaffney, Gater 2003, 28). Die Verwendung von zwei Elektronenpaaren ist deshalb notwendig, da im Nahbereich der induzierenden Elektroden ein sehr hoher Widerstand herrscht (Kontaktwiderstand) und der archäologisch interessierende Bodenwiderstand dadurch unmessbar würde (Linford 2006, 2212)

Durch die Potenzialdifferenz kann der scheinbare (*apparent*) Bodenwiderstand berechnet werden. Scheinbar deshalb, weil der Untergrund zwischen den Elektroden nicht homogen ist und sich die Widerstände sehr kleinräumig ändern. Der scheinbare Widerstand ist somit die Summe aller zwischen den beiden Elektroden gemessenen Widerstände (Scollar et al. 1990, 313).

Durch Variation der Elektrodenabstände lassen sich unterschiedliche Messtiefen realisieren. Häufig wird für flächige Messungen ein Raster mit 0,5 m Messpunktabstand gewählt (Neubauer 2001, 183). Dies ergibt Messwerte aus einer Tiefe von etwa 0,75 Metern (Gaffney, Gater 2003, 32). Generell gilt: je weiter die Abstände, desto tiefer im Boden erfolgt die Messung, desto gröber wird aber auch die Auflösung der Messung (Gaffney, Gater 2003, 32).

Es gibt unterschiedliche Konfigurationen (*arrays*), mit welchen die Elektroden in den Boden eingebracht werden können. Am einfachsten ist die Wenner-Konfiguration, bei welcher vier Elektroden mit jeweils gleichem Abstand in einer Reihe angebracht sind. Die beiden Äußeren induzieren den Strom, die Inneren messen den Spannungsabfall gemäß dem zwischen ihnen vorhandenen Abstand. Daraus wird der Bodenwiderstand berechnet, und zwar aus einer Tiefe, die in etwa dem Abstand zwischen den Elektroden entspricht (Neubauer 1990, 28 f.). Der Nachteil dieser Konfiguration ist, dass der Messvorgang langsam ist und die Ergebnisse schwierig zu interpretieren sind, da eine einzelne Struktur (etwa eine Grube) mehrfache Messspitzen aufweisen kann (Gaffney, Gater 2003, 29). Weitere Konfigurationen, wie Dipol-Dipol, Square Array oder Schlumberger sind ebenfalls in Gebrauch (Clark 1996, 37–48; Gaffney, Gater 2003, 28 ff.; Zickgraf 1999, 117–120).

Die in archäologischen Anwendungen momentan gebräuchlichste Konfiguration ist die Twin-Anordnung. Sie ist der Wenner-Konfiguration ähnlich, die beiden Elektrodenpaare sind jedoch nicht in einer Reihe aufgefädelt. Vielmehr wird das den Strom einleitende Elektrodenpaar stationär in mindestens 15 Metern Entfernung von dem anderen, den Spannungsabfall messenden Paar verwendet. Letzteres wird im Raster (meist 0,5 x 0,5 m) mit 0,5 m Elektrodenabstand bewegt (Neubauer 2001, 184). Der Vorteil liegt in einem starken Signal, aus einer Tiefe von etwa 0,75 m sowie einer besseren Auflösung (Gaffney, Gater 2003, 32).

Durch einen Multiplexer können auch mehr als zwei Elektrodenpaare zum Einsatz kommen, was bei bestimmten Konfigurationen den Messaufwand reduzieren kann. Auch ist es möglich, ähnlich dem Bodenradar den Widerstand in unterschiedlichen Tiefen zu messen und somit dreidimensionale Darstellungen des Untergrundes zu erhalten (Gaffney 2008, 321 f.; Gaffney, Gater 2003, 58 f.). In Österreich wendet W. Neubauer den Multiplexer üblicherweise in einem Raster, bestehend aus 20 x 20 m großen Einheiten an, innerhalb derer eine Auflösung von 0.5 x 0.5 m realisiert wird (z. B. Flavia Solva bei Leibnitz: Groh et al. 1999). Die Darstellung der Messdaten erfolgt analog zum Magnetogramm mittels eines Resistogramms. Prinzipiell ist auch eine automatische Datenerfassung mit Fahrzeugen möglich (Gaffney 2008, 320), teilweise verbunden mit einer gleichzeitigen Erfassung der Fläche durch ein Bodenradar (Leckebusch 2001, 78 f.).

Wie bereits erwähnt, können durch Änderung des Elektrodenabstandes auch Messwerte aus unterschiedlichen Tiefen realisiert werden. Eine gängige Anwendung ist die Messung eines Profils (*pseudosection*). Dies wird häufig bei Wällen angewandt (Neubauer 1990, 31). Typischerweise



Abb. 118: Einsatz des Bodenradars in Carnuntum (Foto: Alois Hinterleitner).

werden dabei 25 bis 32 Elektroden in regelmäßigen Abständen (zwischen 1 und 5 m) in den Boden eingebracht. Dabei werden verschiedene Messungen mit z. B. einer Wenner-Konfiguration und unterschiedlichen Elektrodenkombinationen durchgeführt (Gaffney, Gater 2003, 35).

10.6.3 Bodenradar

Das Bodenradar hat als jüngste der archäologischen geophysikalischen Prospektionsmethoden großes Potenzial für die dreidimensionale Erfassung unterirdischer Strukturen (Leckebusch 2001; Linford 2006, 2233 ff.). Wie bei der Geoelektrik ist die Radarmessung ein aktives Verfahren. Es nutzt elektromagnetische Wellen (Mikrowellen) im Frequenzbereich zwischen 110 und 900 MHz als Informationsträger.

Dabei wird ausgehend von einer Senderantenne ein Impuls mit einer bestimmten Zentrumsfrequenz in den Boden gesandt. Dieser durchdringt aufgrund seiner Wellenlänge die unterschiedlichen Sedimente. An den Grenzflächen zwischen zwei Sedimenten findet gemäß den in der Fernerkundung besprochenen physikalischen Gesetzen (vgl. Kapitel 10.3.1.3) eine teilweise Reflexion statt. Der Rest der Strahlung dringt weiter in den Boden ein. Dabei wird das Signal in Abhängigkeit vom Material in unterschiedlichem Ausmaß absorbiert. Es kommt daher mit zunehmender Tiefe zu einer Abschwächung der Energie (Leckebusch 2001, 12). Die Intensität (Amplitude) und Zeitdauer der von den einzelnen Schichtgrenzen reflektierten Impulse werden mit einer Empfängerantenne registriert und digitalisiert. Wird die Antenne bewegt, entsteht eine sogenannte Spur, ein Diagramm, in welchem die während einer bestimmten Laufzeit aufgezeichneten Amplituden dargestellt werden (Leckebusch 2001, 11).

Je nach Material haben die elektromagnetischen Wellen eine unterschiedliche Ausbreitungsgeschwindigkeit. Diese

beträgt in Abhängigkeit von der sogenannten Dielektrizitätskonstante (eine Funktion der Bodeneigenschaft – siehe Leckebusch 2001, 12, Tab. 1) etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit. Wenn die Bodenart und somit die Dielektrizitätskonstante bekannt sind, kann die Zeit, welche das Signal benötigt, in Tiefenwerte umgerechnet werden (Leckebusch 2001, 12).

Die Eindringtiefe der elektromagnetischen Strahlung in das jeweilige Bodenmaterial ist einerseits abhängig von der Leitfähigkeit des Bodens, andererseits wird sie maßgeblich durch die verwendete Frequenz bzw. Wellenlänge bestimmt (Neubauer 2001, 185). Größere Wellen haben eine größere Eindringtiefe, aber eine geringere Auflösung: Die vertikale Auflösung entspricht in der Theorie einem Viertel der verwendeten Wellenlänge. In der Praxis kann man davon ausgehen, dass eher eine Auflösung im Bereich der halben Wellenlänge erreicht wird (Gaffney, Gater 2003, 49). Die Auflösung ist also von der verwendeten Wellenlänge abhängig (500 MHz = 0,6 m, 100 MHz = 3 m Wellenlänge).

Ähnlich wie bei der LiDAR-Technologie weitet sich der abgestrahlte Impuls und „beleuchtet" eine mit zunehmender Distanz größer werdende, ovale Fläche, den so genannten „Footprint". Allerdings ist der Öffnungswinkel in der Regel deutlich größer als beim flugzeuggetragenen Laser-Scanning. Dadurch nimmt auch die horizontale Auflösung mit der Tiefe ab. J. Leckebusch rechnet vor, dass bei einer Frequenz von 500 MHz punktuelle Objekte in 1,5 m Tiefe erst dann klar voneinander unterschieden werden können, wenn sie 0,8 m auseinanderliegen (Leckebusch 2001, 13).

Mithilfe des Bodenradars lässt sich in erster Linie die dreidimensionale Lage von Schichtgrenzen ermitteln, sofern die den Materialien eigenen Dielektrizitätskonstanzen einen entsprechenden Kontrast aufweisen (Neubauer 2001, 185).

Gefüllte (Gruben) oder ungefüllte (Grabkammer) Hohlformen, Mauern, Wege, oder größere, massive Objekte aus Metall oder Stein lassen sich auf diese Weise erfassen (Gaffney, Gater 2003, 50). Ausgezeichnete Ergebnisse liefern für gewöhnlich Messungen im Bereich von gemauerten Strukturen (z. B. Neubauer, Eder-Hinterleitner 1997b). Theoretisch ist es auch möglich, Informationen zu den Eigenschaften der durchdrungenen Materialien zu ermitteln. Hierzu gibt es jedoch bislang kaum Forschungen (Leckebusch 2001, 11).

Beim Bodenradar fallen große Datenmengen mit einem sehr hohen Informationsgehalt an. Deshalb gestaltet sich die Interpretation bisweilen schwierig und langwierig. Vor allem die Interpretation einzelner Spuren in Form eines Schnittbildes entlang der einzelnen Messstreifen lässt sich nur mit entsprechendem Fachwissen und einer gewissen Erfahrung zufriedenstellend durchführen. Die Darstellung der Beugungs- und Reflexionsmuster wird nämlich durch den Öffnungswinkel erschwert: Dieser hat zur Folge, dass die Reflexionen nicht nur aus dem Bereich direkt unterhalb der Antenne stammen, sondern auch aus den Bereichen davor und dahinter. Dadurch wird ein Objekt, während das Radar darüber hinweg geführt wird, mehrfach erfasst. In der Spur ist ein punktuelles Objekt daher nicht als Punkt, sondern in Form einer hyperbelförmigen Linie abgebildet (Linford 2006, 2237).

Abgesehen von der ohne Fachwissen kaum durchführbaren Interpretationen fehlt den aus einzelnen Bahnen gemessenen Schnittbildern die dreidimensionale Information (Neubauer 2001, 185). Wird die Bodenradarmessung jedoch entlang paralleler Bahnen mit z. B. 0,5 m Abstand durchgeführt, so erhält man einen dreidimensionalen Datenblock. Aus diesem lassen sich horizontale Schnittbilder berechnen, indem man die Amplituden (Intensitäten) der Reflexionen innerhalb eines bestimmten Zeitfensters (meist in der Dauer einer halben Wellenlänge) aufsummiert und darstellt (Neubauer 2001, 188). Dies gelingt mit der entsprechenden Software automatisch und innerhalb weniger Minuten (Neubauer et al. 1999, 13). Damit lassen sich aus dem dreidimensionalen Datenblock beliebig viele horizontale Zeitscheiben und vertikale Visualisierungen erzeugen. Hohe Werte in einer Zeitscheibe weisen auf hohe Reflexivität der Grenzfläche hin, wie dies zum Beispiel bei Mauern der Fall ist. Niedrige Werte stammen häufig von stark absorbierendem Material, wie Lehm (Neubauer et al. 1999, 13).

Die Zeitscheiben (*time slice*) kann man bei entsprechender Kenntnis der Ausbreitungsgeschwindigkeit in Tiefenwerte umrechnen. Man erhält dadurch sogenannte Amplitudenflächenpläne (*depth slice*). Dazu benötigt man, wie bereits oben erwähnt, Kenntnis des vom jeweiligen Material abhängigen Wertes der Dielektrizitätskonstante. Manchmal kann man das Bodenmaterial aufgrund einer benachbarten Ausgrabung oder Bohrungen erfassen oder aus der Messung selbst ableiten (Gaffney, Gater 2003, 50; Leckebusch 2001, 15; Neubauer et al. 1999, 14).

Die archäologische Interpretation erfolgt meist anhand der abgeleiteten zweidimensionalen Schnittbilder. Eine echte dreidimensionale Auswertung wurde bislang noch kaum durchgeführt. Einige wenige Beispiele dazu werden von Jürg Leckebusch angeführt (z. B. Augst: Leckebusch 2001, 90 ff.).

10.6.3.1 Messgeräte

Prinzipiell gibt es momentan zwei Arten von Radargeräten, welche sich aufgrund der Aussendung der elektromagnetischen Wellen als diskreter oder kontinuierlicher Puls unterscheiden (Leckebusch 2001, 11; Gaffney, Gater 2003, 74–76). Ein typisches Radargerät bietet die Möglichkeit, mit unterschiedlichen Frequenzen zu arbeiten. Die in

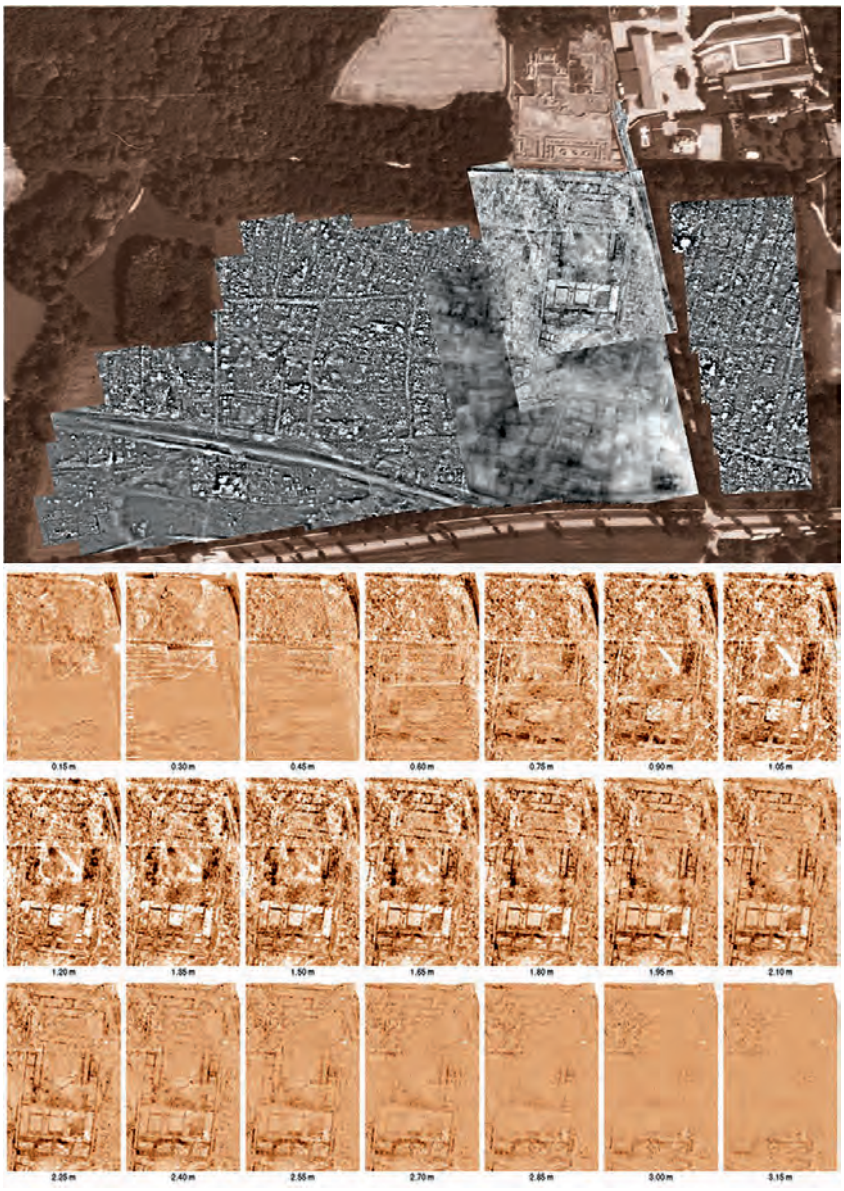


Abb. 119: Carnuntum, NÖ. Oben: Radargramm des Forums der Zivilstadt auf dem Hintergrund des Resistogramms und Magnetogramms von Abb. 115 und Abb. 117. Unten: Aus den Radardaten berechnete Amplitudenflächenpläne (*depth slices*) mit einem Vertikalabstand von umgerechnet 0,15 m (© ArcheoProspections®).

Österreich von ArcheoProspections® eingesetzten Radargeräte decken Frequenzen von 100–1.000 MHz ab (Seren et al. 2007). Üblicherweise werden dabei parallele Bahnen mit 0,5 m Profilabstand begangen. Entlang der einzelnen Profile erfolgt die Aufnahmen mit 0,05 m Messpunktabstand (Neubauer et al. 1999, 7 f.). Dies konnte aufgrund mehrfacher Messungen und Simulationen an einer Testfläche als günstigste Konfiguration spezifiziert werden und stellt einen guten Kompromiss zwischen Auflösung und Erfassungsdauer dar (Neubauer et al. 1999, 9 ff.). Mittlerweile ist man dazu übergegangen, mit Profilabständen von 0,25 m zu messen.

Praktische Tests zeigten weiter, dass sich Mauern am besten erkennen lassen, wenn die Ausrichtung der parallelen Bahnen schräg zum Mauerverlauf erfolgt, oder der Abstand zwischen den Messprofilen verkleinert wird (Neubauer et al. 1999, 11). Dies bedeutet, dass für die Bodenradarmessung eine Vorinformation von Vorteil ist. In vielen Fällen wird sie daher erst im späteren Projektverlauf nach Vorerkundung etwa durch Luftbildarchäologie oder Magnetik gezielt eingesetzt.

Eine Steigerung der Datenerfassung kann sich durch die Verwendung von Fahrzeugen ergeben. J. Leckebusch verwendet bei seinen Projekten in der Schweiz ein Raupenfahrzeug, welches automatisiert kombinierte Geoelektrik- und Bodenradarmessungen durchführen kann (Leckebusch 2001, 78 f.). Die Georeferenzierung erfolgt über einen mitgeführten differenziellen GPS-Empfänger.

10.6.4 Methodische Probleme der geophysikalischen Prospektion

Die geophysikalische Prospektion stellt momentan sicherlich die beste Möglichkeit dar, detaillierte und genaue zerstörungsfreie Beobachtungen zu den im Boden verborgenen archäologischen Strukturen zu machen. Die Wahl der Methode sollte dabei aufgrund von Fragestellung, vorhandener Zeit, zu prospektierender Fläche, Art der archäologischen Strukturen, Geologie oder Boden erfolgen.

Wie bei allen archäologischen Prospektionsmethoden gilt auch in den geophysikalischen Anwendungen das Prinzip des Kontrastes: Bestimmte physikalische Eigenschaften der materiellen Hinterlassenschaft lassen sich anhand zahlreicher Verfahren direkt messen, sofern sie einen mehr oder weniger deutlichen Kontrast zum umgebenden Bereich („Hintergrund“) aufweisen. Dabei gewinnen die Messergebnisse an Deutlichkeit, je homogener sowohl Struktur als auch Hintergrund sind. Archäologi-

sche Strukturen, welche sich gegenseitig überlagern, sind zum Beispiel bei der Magnetik nur schwer voneinander zu unterscheiden (Neubauer 2001, 52).

Im Wesentlichen sind es vier Faktoren, welche die Messbarkeit einer archäologischen Struktur, sowie die Wahl der zu verwendenden Methode bzw. des Sensors beeinflussen: das Hintergrundrauschen (u. a. abhängig von Geologie oder Pedologie), das zu messende Material (Kontrast zum Hintergrund), die Größe der Struktur sowie deren Tiefe unter der Erdoberfläche (Gaffney, Gater 2003, 55 f.). Die Ausdehnung der kleinsten zu messenden Struktur bestimmt die Wahl des zu verwendenden Sensors (Genauigkeit der Messung) sowie die Messanordnung (Messpunktabstand – Präzision, Detail des Ergebnisses) der Prospektion (zur Diskussion um die zu verwendende Methode siehe: Clark 1996, 124 ff.; Neubauer 2001, 177 ff.; Gaffney, Gater 2003, 77 ff.; Zickgraf 1999, 16 ff.). Dabei ist jedoch auch die zu erwartende Tiefe zu beachten, in welcher sich die zu messende Struktur befindet. Auflösung und Tiefe sind in der geophysikalischen Prospektion keine unabhängig voneinander bestimmbaren Faktoren. Bei den meisten Methoden ist eine Eindringtiefe von etwa 1 m gegeben (Gaffney, Gater 2003, 56). Bei anderen kann man zwar in größere Tiefen vordringen, was sich jedoch häufig negativ auf die horizontale Auflösung des Ergebnisses auswirkt.

Bei jeder Methode wird die Messfläche durch einzelne Messpunkte systematisch beprobt. Eine Verdichtung der Messpunkte bewirkt zwar eine höhere Auflösung der Ergebnisse, hat jedoch – sofern man nicht die Anzahl der zugleich messenden Sensoren erhöht – auch eine Steigerung der Dauer der Datenaufnahme zur Folge. In vielen Fällen, vor allem wo große Gebiete zu prospektieren sind, wird die Auflösung der Methode wohl an die zur Verfügung stehende Zeit angepasst werden müssen.

Es ist in jedem Fall bereits im Vorfeld einer geophysikalischen Prospektion zu entscheiden, welche Geräte mit welcher Messanordnung zu verwenden sind. Diese Auswahl ist in erster Linie abhängig von der Fragestellung, der zu erwartenden archäologischen Strukturen sowie von der Größe der zu prospektierenden Gesamtfläche. Dies bedeutet aber auch, dass man für eine ideale Durchführung der geophysikalischen Prospektion entweder bereits ein bestimmtes Vorwissen zum erwarteten Ergebnis oder Testreihen im Vorfeld benötigt. Die Entwicklung geeigneter Systeme mit Messanordnungen, welche eine detaillierte, genaue und rasche Erfassung ermöglicht, ist zudem vorrangiges Ziel der gegenwärtigen Forschung (Neubauer et al. 2012).

Wie für alle archäologischen Prospektionsarbeiten gilt auch bei der geophysikalischen Prospektion, dass sämtliche Messungen georeferenziert vorliegen müssen. Dabei werden zuvor Raster in der Größe von 40 x 40 m oder 50 x 50 m abgesteckt. Dies erfolgt heute zumeist über geodätische Geräte (Totalstation oder GPS). Der Einsatz moderner differenzieller GPS-Systeme hat Potenzial für die Zukunft, wo durch eine Verbindung mit dem Sensor die einzelnen Messungen nicht über das zuvor ausgesteckte Raster lokalisiert werden müssen, sondern über das GPS direkt georeferenziert vorliegen. Damit wird es möglich, auch außerhalb eines Rasters zu prospektieren (Gaffney 2008, 318). Problematisch sind dabei jedoch durch Bäume oder Gebäude abgeschattete Bereiche, welche eine Bestimmung der GPS-Position verhindern.

Alle geophysikalischen Methoden haben vor allem praktische Probleme bei dichter und hoher Vegetation. Auch der Zustand ackerbaulich genutzter Flächen kann eine geophysikalische Prospektion temporär unmöglich machen. Bei zu hoher Feuchtigkeit, bereits aufgegangener Saat, oder kurz zuvor erfolgtem Pflügen erweisen sich manche Methoden in der Praxis als schwierig bis undurchführbar (Gaffney, Gater 2003, 84). Ein nicht zu vernachlässigender Faktor ist auch, dass man, um eine geophysikalische Prospektion durchführen zu können, die Einwilligung des Grundeigentümers benötigt. Diese ist jedoch keine Selbstverständlichkeit.

Das unterschiedliche Verhalten geophysikalischer Methoden in Bezug auf verschiedene archäologische Strukturen ist bei Anthony Clark übersichtlich dargestellt (Clark 1996, 125 ff.). Im Folgenden sollen einiger der Problembereiche kurz angesprochen werden.

In der *Magnetik* sind vor allem jene Strukturen messbar, die sich klar abgegrenzt vertikal in die Tiefe ausdehnen (v. a. Gruben, Gräben) und eine ausreichend veränderte Magnetisierung im Vergleich zum umgebenden Material aufweisen. Schwierig erweisen sich oft Gräber, welche nach sehr kurzer Zeit mit dem zuvor entnommenen Material wieder gefüllt wurden. Zudem gibt es Beispiele, wo aufgrund der pedologischen Situation Grubenhäuser nicht messbar waren, während sich Pfosten oder einzelne Gruben sehr wohl im Magnetogramm zeigten (Doneus et al. 2002, 155 f., 160). Auch Strukturen im Grundwasserbereich sind meist schwer bis kaum magnetisch zu prospektieren (Neubauer 2001, 55 f.).

Schwierigkeiten bereiten moderne Störungen wie Drahtzäune, Metallmasten, Leitungen, metallene Markierungen sowie vorbeifahrende Autos. Sind die Leitungen unterirdisch, so überdecken ihre Anomalien große Teile der zu prospektierenden Umgebung; Pipelines können zum Beispiel Anomalien erzeugen, welche einen Bereich von mehreren Metern zu beiden Seiten ihres linearen Verlaufs überdecken (Abb. 112). Auch moderner, oft unachtsam entsorgter Müll und vor allem größere im Boden verborgene Mülldeponien erzeugen oft sehr große Anomalien

(Doneus, Neubauer 1998, 37). Im Falle von hochempfindlichen Sensoren sind selbst Reißverschlüsse, Ösen oder Nieten an der Kleidung der sich in der Nähe der Messgeräte aufhaltenden Personen störend (Neubauer 2001, 74).

Der Erfolg der *Widerstandsmessung* ist von vielen unterschiedlichen Faktoren abhängig (Scollar et al. 1990, 345 ff.). Neben Gerätefehlern erwähnen I. Scollar et al. zum Beispiel Anomalien aufgrund von Geländeunebenheiten, welche sich jedoch nicht auf alle Messkonfigurationen gleich auswirken (Scollar et al. 1990, 349). Wesentlich bedeutender und problematischer ist die Abhängigkeit der Geoelektrik vom Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Ähnlich, wie bei luftbildarchäologischen Bewuchsmerkmalen ist diese unter anderem abhängig von der Bodenart und klimatischen Faktoren. Sumpfige Bereiche, tiefer liegende, feuchte Gebiete oder nach einem längeren bzw. starken Regen wassergesättigte Felder eignen sich genauso wenig wie extrem trockene Böden (Neubauer 1990, 34; Scollar et al. 1990, 351). Die Messbarkeit von Strukturen kann sich auch mit der Jahreszeit ändern:

„Eine im Frühjahr gut zu findende Mauer kann in trockenen Sommern, aufgrund der langsamen Austrocknung des umliegenden Erdbodens, ganz verschwinden. … Ein weiteres Problem stellen menschliche Einflüsse auf den Boden, wie Leitungsgräben, Kabel, Drainagen, Düngung, Verwendung bestimmter Spritzmittel (Rebbau), Oberflächenbefestigungen, Bewässerung usw., dar“ (Neubauer 1990, 34).

Aufgrund seiner hohen Auflösung und Datenfülle hat das *Bodenradar* großes Potenzial für die archäologische Prospektion. Dennoch sollte man die Ergebnisse immer wieder kritisch hinterfragen:

„Auch wenn Bodenradar eine sehr hohe Auflösung aufweist, so dürfen die Aussagemöglichkeiten nicht überschätzt werden … Die während einer Ausgrabung dokumentierten Schichtgrenzen lassen sich meist nicht feststellen“ (Leckebusch 2001, 18 f.)

So kann es zum Beispiel an bestimmten Schichtgrenzen zu multiplen Reflexionen kommen, welche zu einer Überlagerung der letztendlich reflektierten Wellen mit Echos aus tieferen Schichten führen und diese somit „maskieren“ (Leckebusch 2001, 12). J. Leckebusch berichtet aufgrund seiner Erfahrungen, dass Objekte mit räumlich großer Ausdehnung (konkret nennt er Mauern, Gräben oder große Gruben) in der Regel gut und deutlich erfasst werden, während Feuerstellen oder Pfostenlöcher selten bis gar nicht im Radargramm aufscheinen (Leckebusch 2001, 105).

Auch das Bodenradar ist ähnlich wie die Geoelektrik stark von den elektrischen Eigenschaften des Bodens abhängig. Feuchtes, bzw. nasses Material wirkt sich äußerst schlecht auf Radarmessungen aus, da die elektromagnetischen Wellen bisweilen vollständig absorbiert werden können (Leckebusch 2001, 12). Süßwasser und trockener (sehr kalter) Schnee sind jedoch unproblematisch. Deshalb kann das Bodenradar auch zur Prospektion von Seeufern benutzt werden (Leckebusch 2001, 18).

10.6.4.1 Interpretation

Die Visualisierung der Messdaten einer geophysikalischen Prospektion ist in etwa mit der illustrativen Darstellung eines Luftbildes gleichzusetzen und daher noch keine archäologische Wissensvermittlung. Die Notwendigkeit einer archäologischen Interpretation wird in der geophysikalischen archäologischen Prospektion leider noch nicht überall erkannt. Ein Großteil der in den einschlägigen Fachorganen publizierten Beispiele endet mit der Visualisierung des Messergebnisses und lassen daher die wichtigste Komponente im Rahmen der archäologischen Prospektion – nämlich eine fundierte archäologische Interpretation – vermissen. Eine ähnliche Problematik hat sich bereits im Rahmen der Luftbildarchäologie abgezeichnet (vgl. Kapitel 10.4.6).

Im Prinzip gilt das, was im Rahmen der Luftbildarchäologie zur detaillierten Interpretation gesagt wurde, auch für die geophysikalische Prospektion (vgl. S 271 ff.). Hauptunterschied ist in jedem Fall, dass man im Rahmen der Geophysik mit Messwerten physikalischer Eigenschaften arbeitet, was eine veränderte „Beweisführung“ bei der Interpretation ermöglicht: Ein Interpretationsargument erfolgt nicht aufgrund subjektiv wahrgenommener Farb- oder Helligkeitsunterschiede, sondern basierend auf abrufbaren Messwerten. Wie diese jedoch archäologisch zu deuten sind, hängt wiederum von Vorwissen, Erfahrung aber auch Voreingenommenheit des interpretierenden Archäologen ab.

Für die Interpretation sind geophysikalisches Wissen und eine grundlegende archäologische Kenntnis der in einem Gebiet vorkommenden Strukturen notwendig. Wie bei der Luftbildarchäologie ist die Kommunikation mit den archäologischen Nutzern der Daten von großer Wichtigkeit. Erst durch die Rückmeldung etwa nach einer Ausgrabung kann aufgrund der Zusatzinformation die Interpretation hinterfragt und im Sinne der Hermeneutik das Vorwissen erweitert werden. W. Neubauer spricht in diesem Zusammenhang von einer dynamischen Interpretation (Neubauer 2001, 174 ff.). Dieser Zyklus wird jedoch unterbrochen, wenn, wie es häufig der Fall ist, die Prospektionen von Einrichtungen durchgeführt werden, welche ausschließlich im technischen Bereich verwurzelt sind und daher kein Ver-



Abb. 120: Motorisierte Messsysteme des LBI für archäologische Prospektion und virtuelle Archäologie, welche mit Arrays von Caesium- bzw. Fluxgatesensoren und Radarantennen arbeiten (Fotos: Michael Doneus).

ständnis zu archäologischen Fragestellungen haben (Zickgraf 1999, 99).

Wie bei allen Prospektionsmethoden eignet sich ein GIS bestens als Interpretationsumgebung (Neubauer 2001, 160 ff., 2004; Doneus, Neubauer 1998; Becker 1996b; Leckebusch 2001, 21). Jedoch kann sich vor allem aus den vom Bodenradar anfallenden 3D-Daten die Interpretation schwierig gestalten. Im GIS kann in der Regel nicht das volle dreidimensionale Potenzial der Daten genutzt werden (Gaffney 2008, 329). W. Neubauer et al. umgehen dieses Manko durch das Erzeugen von zahlreichen Schnittbildern, welche nacheinander im GIS interpretiert werden (Neubauer et al. 1999, 24 f.). Animationen, welche die Schnittbilder der Reihe nach ablaufen lassen, helfen manche dreidimensionalen Strukturen besser zu erfassen. So konnten bei der Interpretation der Radardaten beim Forum in Carnuntum in der Animation deutlich Treppen oder Schuttkegel erkannt werden.

10.6.4.2 Diskussion

Auch bei der geophysikalischen Prospektion gilt, dass nicht alles, was als materielle Hinterlassenschaft im Boden verborgen liegt, zerstörungsfrei erkundet werden kann. Die Messungen sind zwar prinzipiell wiederholbar, im Sinne eines physikalischen Experiments sind jedoch auch hier zu viele Parameter beteiligt, sodass zwei Messungen bis zu einem gewissen Grad unterschiedliche Ergebnisse erbringen würden. In der Praxis sind mehrfache Messungen einer Fläche jedoch aus finanziellen Gründen kaum ein Thema.

Zahlreiche Entscheidungen sind im Vorfeld einer geophysikalischen Prospektion notwendig. Die zu verwendende Methode, Sensoren, Messanordnung, Messpunktabstand sind vielfach von der Fragestellung, jedoch in der Praxis häufiger von den zur Verfügung stehenden Instrumenten und den finanziellen Möglichkeiten abhängig.

Nicht zuletzt bedarf es der entsprechenden Software, um die gemessene Information auch tatsächlich archäologisch interpretierbar zu machen. Kommerzielle Produkte, die in den seltensten Fällen für archäologische Anwendungen entwickelt werden, bieten oft nicht die benötigten Funktionen. Erfolgreiche Teams schreiben benötigte Software daher in Eigenregie, um eine möglichst reibungslose, weitgehend automatisierte Datenprozessierung zu ermöglichen.

Theoretisch kann man natürlich sehr genaue, hochauflösende, detaillierte Kartierungen der materiellen Hinterlassenschaft herstellen. In der Praxis muss man jedoch allzu häufig situationsbedingt Abstriche machen und Kompromisse eingehen. Häufig ist eine Kombination aus unterschiedlichen Methoden wünschenswert, wobei üblicherweise von den Methoden mit verhältnismäßig rascher Datenaufnahme zu intensiveren Techniken in gezielten Bereichen übergegangen wird. Die Interpretation gerade der kombinierten Methoden bietet in der Folge viele Möglichkeiten, kann aber sehr komplex und zeitaufwendig sein.

In der Kombination unterschiedlicher Methoden hat die Geophysik ein großes Potenzial, archäologische Strukturen umfassend und großflächig zu messen. In den letzten Jahren finden vermehrt Prospektionen statt, welche eine Fundstelle mit unterschiedlichen Sensoren messen. Hier hat sich vor allem eine Kombination aus Magnetik und Bodenradar als sinnvoll erwiesen, da sich beide ergänzen und somit ein großes Repertoire an archäologische Strukturen erfassen können.

Trotz dieser methodischen Stärke, welche die geophysikalische Prospektion für die Landschaftsarchäologie unentbehrlich macht, wird jedoch in fast allen Fällen ausschließlich fundstellenbasiert prospektiert. Dies hat mehrere Gründe, nicht zuletzt ist heute eine geophysikalische

Prospektion mit der Anschaffung von spezialisierten, zum Teil teuren Geräten, einem gewissen logistischen Aufwand sowie einem bisweilen hohen Zeitaufwand verknüpft. Zudem kann man in der Archäologie noch nicht von einem breiten Verständnis und einer grundsätzlichen Einsicht der Notwendigkeit einer großflächigen geophysikalischen Prospektion ausgehen (vgl. Kapitel 11.1.2).

Im Sinne eines optimalen Einsatzes für landschaftsarchäologische Fragestellungen muss man einige Forderungen an die Geophysik stellen: Das wohl wichtigste Desiderat betrifft die Entwicklung verbesserter Methoden der Datenaufnahme, welche es erlaubt, große Flächen mit vertretbarem finanziellen, personellen und zeitlichen Aufwand zu untersuchen. Dabei sollte es das erklärte Ziel sein, die Areale zur Gänze zu messen. Strategien, welche ein Gebiet durch zufällige oder systematische Beprobungsraster erfassen wollen (z. B. Gaffney 2009), sollten im landschaftsarchäologischen Kontext vermieden werden.

Für die detaillierte Erfassung großer Gebiete sind neue Entwicklungen im Bereich der Sensoren, Motorisierung und weitgehende Automatisierung der Messung unabdingbar. Die neueste Generation von Caesium-Sensoren kann mit bis zu 100 Hz messen (Becker 2009, 165), wodurch eine Kombination mit schnellen Zugmaschinen möglich und sinnvoll wird. Mittlerweile gibt es bereits einige Systeme, bei welchem Sensoren von Fahrzeugen geschoben oder gezogen werden. Eine Beschleunigung der Messgeschwindigkeit erfolgt auch durch die zeitgleiche Verwendung mehrerer in einem Array angebrachten Sensoren sowie die gleichzeitige Anwendung unterschiedlicher Methoden. Auch hier gibt es bereits erste Ansätze, die vielversprechend sind. So entwickelt und verwendet das erst vor Kurzem gegründete Ludwig Boltzmann Institut für archäologische Prospektion und virtuelle Archäologie (Neubauer et al. 2012) unterschiedliche Kombinationen von Zugfahrzeugen und Arrays von Cäsiumsensoren und Multikanal-Radarantennen (Abb. 120). Dadurch werden momentan bereits tägliche Messleistungen zwischen 2 ha für GPR (0,08 m Rasterweite) und 5–6 ha für Magnetik (0,5 x 0,125 m) erreicht. Es scheint also möglich, größere Flächen bei gleichem zeitlichen Aufwand zu messen und auch die Bereiche außerhalb und zwischen Fundstellen geophysikalisch zu prospektieren.

Um eine Automatisierung zu gewährleisten, bedarf es aber auch einer genauen und vor allem zuverlässigen, kontinuierlichen Positionierung der Sensoren. Diese kann und wird zurzeit bereits über motorisierte Totalstationen oder GPS-Systeme realisiert (Leckebusch 2005; Gaffney et al. 2008). Häufig vorkommende Abschattungen (Bäume, größere Gebäude) sowie die je nach Region und Tageszeit unterschiedlichen Konstellationen von sichtbaren Satelliten bringen jedoch Genauigkeitseinbußen bzw. einen teilweisen Verlust der Georeferenzierung mit sich, was im Rahmen der Prozessierung der Messdaten kompensiert werden muss.

Eine auf diese Weise beschleunigte und großflächig angewandte geophysikalische Prospektion erzeugt täglich große Datenmengen, welche prozessiert, visualisiert, archiviert und interpretiert werden müssen (vgl. Becker 2009, 164). Es bedarf daher eines optimierten Arbeitsflusses und einer Strategie zur Langzeitarchivierung großer Datenmengen, welche die Entwicklung bzw. Benennung von Standarddatenformaten, einheitliche Datenstrukturen, welche zwischen Rohdaten, bearbeiteten und Enddaten unterscheiden, die Bereitstellung von Metainformationen sowie eine hardwareseitige Archivierungsstrategie integrieren.

Zusätzlich – und das gilt für alle Prospektionsmethoden – sind neue Techniken und Konzepte einer integrierten Interpretation wünschenswert. Denkbar wäre etwa eine dreidimensionale Visualisierung der unterschiedlichen, mit der Topografie verbundenen Daten, gekoppelt mit der Möglichkeit, interaktiv zu interpretieren. Dies würde Interpretationen verlässlicher machen, zumal diese im Kontext mit der Information aus anderen Prospektionsmethoden verifiziert und im Idealfall besser verstanden werden können. Bodenradardaten benötigen ohnehin dreidimensional visualisierende Auswertetechniken, deren Möglichkeiten noch lange nicht ausgereizt sind.

10.7 Chemische Prospektion

Unter den hier besprochenen Prospektionsmethoden kann die chemische Prospektion nicht mit den spektakulären Erfolgen glänzen, welche etwa Luftbildarchäologie, flugzeuggetragenes Laserscanning oder geophysikalische Prospektion so bekannt gemacht haben. Daher führt sie trotz ihrer weit zurückreichenden archäologischen Anwendungen (zuletzt zusammenfassend: Salisbury 2010, 201–207) häufig ein Schattendasein – zu Unrecht, wie zahlreiche erfolgreiche archäologische Anwendungen zeigen.

Meist wird die chemische Prospektion synonym mit der Phosphatanalyse betrachtet (Heron 2001, 566), welche momentan noch immer die häufigste Anwendung darstellt. Phosphor zählt zu den eindeutigsten Indikatoren menschlicher Hinterlassenschaft (Holliday, Gartner 2007, 301). Es gibt jedoch auch andere Anwendungen: In jüngster Vergangenheit versucht man zum Beispiel vermehrt, Bodenproben auf Spuren einer Vielzahl chemischer Elemente zu untersuchen, wobei deren Interpretation oft unsicher ist (Heron 2001, 568). Neben Phosphaten können chemische Elemente, wie Kalzium, Magnesium, Potassium, Blei, Kupfer oder Zink – in Abhängigkeit vom Untersuchungsgebiet – als

Hinweise auf menschliche Aktivitäten gedeutet werden (Holliday, Gartner 2007, 302; Rimmington 2000, 199). Auch die Untersuchung von im Boden vorhandenen Lipidmolekülen und Aminosäuren scheint vielversprechend zu sein; vor allem Lipide (Fette) könnten als Biomarker dazu dienen, ehemalige Düngung und Jauchegruben (Heron 2001, 569 f.), aber auch Bestattungsplätze (Evershed et al. 2001, 340) und eventuell Schlacht- bzw. Abfallplätze zu erkennen.

10.7.1 Prinzip

Menschliche Aktivitäten führen nicht nur zu mechanischen Veränderungen des Bodens, sie ändern auch den chemischen Bodenhaushalt. Um ein etwaiges Vorhandensein derartiger Veränderungen feststellen zu können und die möglichen zugrunde liegenden Aktivitäten zu erkennen (Siedlungsaktivität, Düngen, Bergbau), bedarf es der chemischen Prospektion (Heron 2001, 565).

Am häufigsten wurde bislang die Phosphatanalyse angewandt (einen aktuellen Überblick zu dieser Methode zeigen Holliday, Gartner 2007 und Salisbury 2010, 208 ff.). Die im Boden vorkommenden Phosphate haben variable Gewichtsanteile, die sich jedoch häufig in der Größenordnung eines halben Promilles zu bewegen scheinen (Heron 2001, 566). Phosphate kommen aber auch in allen Lebewesen vor. Vor allem Fleisch und Fisch, aber auch Exkremente oder Pflanzen enthalten zahlreiche Phosphate (bei den Exkrementen jedoch in geringeren Dosen). Durch Verarbeitung, Bestattung oder Abfall gelangen sie in den Boden, wo sie je nach pH-Wert und Bodenart rasch sehr stabile Verbindungen eingehen (Taylor 2000b, 184). Die von den Pflanzen für ihr Wachstum benötigen verfügbaren Phosphate (*available phosphate*) werden wahrscheinlich hauptsächlich aus organischen Bestandteilen des Bodens (oder Kunstdünger) entnommen (Geisler 1988, 167). Phosphor häuft sich dadurch mit der Zeit an: Deshalb führen anthropogen zugeführte Phosphate oft zu deutlich erhöhten Gewichtsanteilen – Spuren von längst vergangenen Siedlungsaktivitäten, Bestattungen, Düngen oder auch Asche zeigen somit auch heute noch erhöhte Werte an Phosphor, auch wenn diese durch unterschiedliche Prozesse ihren räumlichen Lagebezug verändert haben können (Holliday, Gartner 2007, 302). Dadurch ist es möglich selbst an neolithischen Fundstellen erhöhte P-Konzentrationen zu messen (z. B. Walker 1992, 67; Salisbury 2010, 201 – 207).

Durch Beprobung wird dem Boden Erdmaterial entnommen und dieses durch unterschiedlichste Methoden auf das Vorhandensein unterschiedlicher chemischer Stoffe untersucht. V.T. Holliday und W.G. Gartner erwähnen über 30 unterschiedliche Methoden, die allein für Phosphatanalysen in der Archäologie Anwendung gefunden haben (Holliday, Gartner 2007, 309 ff.). Mitunter lässt sich dabei ein anthropogenes Muster in Form einer bestimmten Zusammensetzung chemischer Elemente erkennen, und wie im Fall der Phosphatanalyse je nach Fragestellung und Beprobung auf ein Siedlungsgebiet, Bestattungen oder landwirtschaftliche Aktivitäten schließen (Heron 2001, 565).

Prinzipiell lassen sich die unterschiedlichen Methoden in mehrere Gruppen einteilen (Holliday, Gartner 2007, 312 ff.). Laut Jeremy Taylor verwendet man die totale und die partielle Phosphatanalyse am häufigsten (Taylor 2000b, 184). Bei der totalen Analyse wird sowohl organischer als auch anorganischer Phosphor gemessen. Diese Methode ist besser, aber auch schwierig und zeitaufwendiger. Bei der partiellen Analyse werden nur die anorganischen Phosphate gemessen. Die Interpretation der Resultate ist schwieriger, da der Gehalt je nach Alter der Einlagerung, Tiefe, pH-Wert und Bodenfeuchte variieren kann. Eine Standardisierung ist deshalb auch nicht möglich. Dafür gibt es aber schnell durchführbare Tests, welche vor Ort stattfinden können (Terry et al. 2000). Deshalb hat die partielle Analyse ein großes Potenzial in der Landschaftsarchäologie, da der Aufwand bei der Beprobung vertretbar gering gehalten werden kann (z. B. Salisbury 2010, 201 – 207).

Multi-Element-Analysen werden meist mittels Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma (ICP-MS) durchgeführt (Salisbury 2010, 214 f.; Pollard 2007, 195 ff.). Diese Methode erlaubt eine rasche Bestimmung eventuell vorhandener Spurenelemente in einem Feldlabor. Diese lassen Rückschlüsse auf Lage, Ausdehnung und vor allem Art menschlicher Aktivität zu. Aufgrund einer Recherche ethnoarchäologischer und archäologischer Untersuchungen konnte R.B. Salisbury die Beziehung zwischen typischen menschlichen Aktivitäten und auffindbaren Spurenelementen tabellarisch zusammenfassen (Salisbury 2010, 221 – 225).

Die Beprobung selbst kann an der Bodenoberfläche stattfinden oder durch Bohrkernextraktion bzw. Schneckenbohren erfolgen. Nur bei der oberflächlichen Beprobung, welche nicht tiefer als ein vorhandener Ap-Horizont reicht, kann man von einer zerstörungsfreien Prospektion sprechen. Chemische Analysen werden auch in Form von In-situ-Beprobung in Grabungen vorgenommen. In diesen Fällen wird sie jedoch nicht als Prospektionsmethode eingesetzt.

In jedem Fall bedürfen die beprobten Böden zuvor einer Analyse, anhand der die prinzipielle Sinnhaftigkeit einer chemischen Prospektion geklärt werden muss. Geomorphologische Verhältnisse (Erosion), aber auch Landnutzung (Tiefpflügen) sind dabei wichtige Faktoren

(Holliday, Gartner 2007, 327; Lienemann 2003, 497). Die Maßstäbe, in welchen die chemische Prospektion angewandt wird, sind höchst unterschiedlich (Heron 2001, 566) und reichen von großen Gebieten mit systematischer Beprobung (alle 5 – 50 m, um ehemalige landwirtschaftliche Nutzung zu kartieren) bis zur kleinräumigen Probenentnahme, um etwa die Funktion von Gebäuden (entweder auf einer Grabung oder nach zuvor erfolgter geophysikalischer Prospektion) zu analysieren (Lienemann 2003).

10.7.2 Methodische Probleme der chemischen Prospektion

Es gibt keine universell anwendbare Standardmethode. Da jeder Boden eine eigene chemische Zusammensetzung aufweist, benötigt jede Region eine auf die entsprechende Fragestellung zugeschnittene Methode (Oonk 2009, 118). Entsprechend schwierig gestaltet sich die Interpretation der Analyseergebnisse (Heron 2001, 565). Wichtig ist dabei, dass der chemische Hintergrund bekannt ist, d. h. man benötigt gezielte Proben aus einem archäologisch ungestörten Bereich (Oonk 2009, 41). Voraussetzung einer Vergleichbarkeit ist jedoch die Anwendung derselben Methode bei Probenentnahme und Analyse (Holliday, Gartner 2007, 326).

Moderne Aktivitäten führen zu einer Maskierung archäologisch relevanter Anomalien. Hauptproblem ist deshalb die Unterscheidung zwischen einer archäologisch relevanten und einer anderweitigen modernen (Kunstdüngung, Bodenart, moderne Viehhaltung) oder natürlichen Anomalie (Taylor 2000b, 182). Die Deutung des Ergebnisses hängt von vielen Faktoren ab. Unter anderem ist die pedologische Situation von Bedeutung. Sie ist dafür verantwortlich, ob sich archäologisch relevante chemische Eigenschaften überhaupt messbar sein können: „The confidence with which an anthropogenic signal can be separated from natural variation in the soil matrix remains a critical factor" (Heron 2001, 570). Dazu kommt noch, dass es ohne zusätzliche Information nicht möglich sein dürfte, etwa Düngespuren einer bestimmten Zeit zuordnen zu können.

Die Wahl des Beprobungsrasters ist eine weitere Problematik, da die natürliche Variabilität etwa des Phosphatgehalts bei zu großen Abständen nicht mehr von lokalen

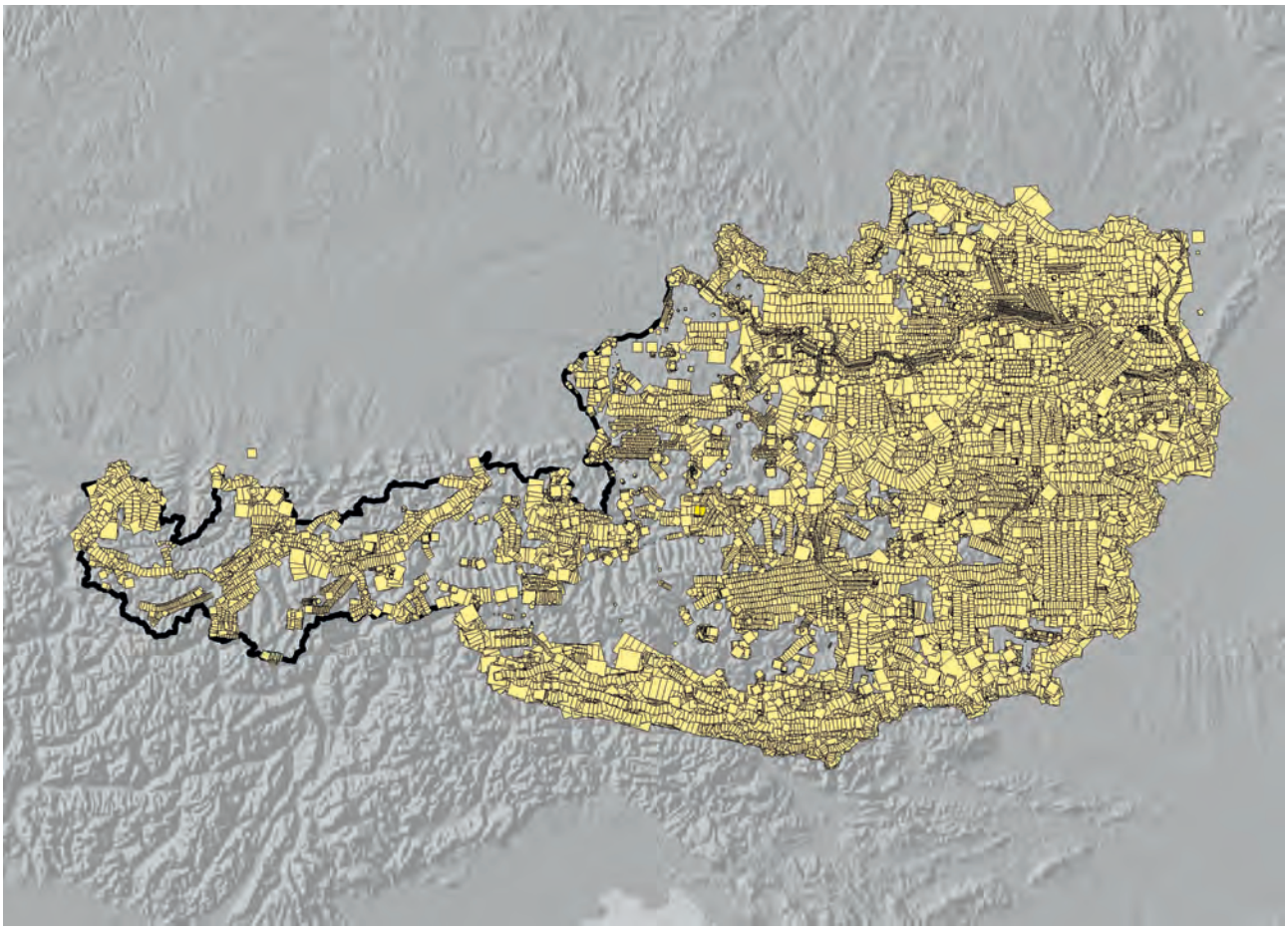


Abb. 121: AERLOC – aktueller Bestand an Luftbildern am Luftbildarchiv (Grafik: Michael Doneus).

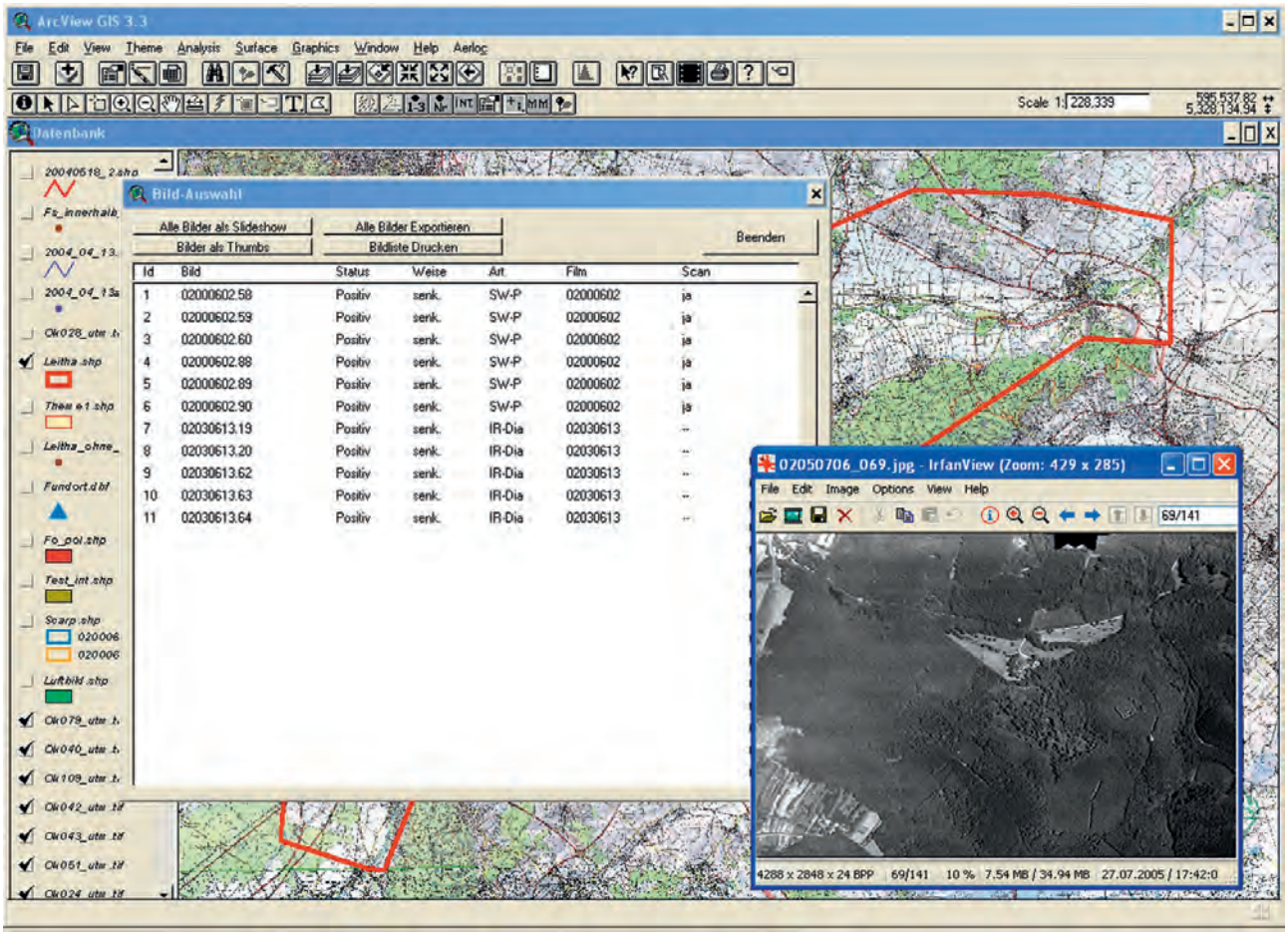


Abb. 122: AERLOC – Auswahl von Luftbildern (Grafik: Michael Doneus).

Konzentrationen unterschieden werden kann. Dort, wo der chemische Hintergrund über größere Gebiete einheitlich ist, stellt dies kein Problem dar (z. B. in manchen Bereichen Skandinaviens: Thurston 2001, 185 ff.). Auch die Beprobungstiefe bedarf eingehender Überlegungen, da einerseits nicht unterhalb der anthropogen zugeführten Phosphate beprobt werden soll. Andererseits werden diese unter Umständen innerhalb des Bodenprofils nach unten ausgewaschen. In jedem Fall bedarf es zur Abschätzung eines geomorphologischen Herangehens: Bei einer weitgehend stabilen Oberfläche gibt Jeremy Taylor (Taylor 2000b, 186) an, dass eine Beprobung innerhalb des Ap-Horizontes sinnvoll sei, eine Mindesttiefe von 0,15 m jedoch eingehalten werden sollte.

Chemische Surveys werden daher nicht von anderen archäologischen Untersuchungen isoliert durchgeführt – zu groß wäre die Gefahr, zu Fehlinterpretationen zu kommen. Ein vorgebrachter Kritikpunkt war deshalb, dass Phosphatanalysen bislang nicht viel gebracht hätten – wenn sie überhaupt von Nutzen gewesen seien, dann hätten sie in der Regel bereits bestehende Fundstellen-Interpretationen bestätigt (Bethell, Máté 1989, 17). Dem widersprechen jedoch die zahlreichen erfolgreichen Anwendungen, welche in unzähligen Beispielen publiziert sind; darunter auch erfolgreiche archäologische Neuentdeckungen (z. B. Thurston 2001, 185 ff.; Oonk 2009; Salisbury 2010).

10.8 Archivierung

Für eine systematische Aufnahme der materiellen Hinterlassenschaft und der Prospektionsdaten bedarf es auch eines entsprechenden Aufnahmesystems, bei dem die Qualität der Daten (vor allem in Bezug auf Lage und Datierung) mit erfasst werden muss, um eine Vergleichbarkeit im Rahmen diverser Analysen zu ermöglichen (vgl. Holdermann et al. 2007, 54). Holdermann et. al. haben im Rahmen eines Pilotprojektes zur Erfassung bekannter und unbekannter Bodendenkmäler im Montafon und Klostertal Vorarlbergs, ein entsprechendes Aufnahmesystem benutzt (Holdermann et al. 2003). Als schwierig erweist sich die Verarbeitung alt publizierter Fundstellen, die zum Teil – falls überhaupt – nur schwer in einer einheitlichen Qualität erfassbar sind. Angaben zu deren Lage variieren zum Beispiel von einer

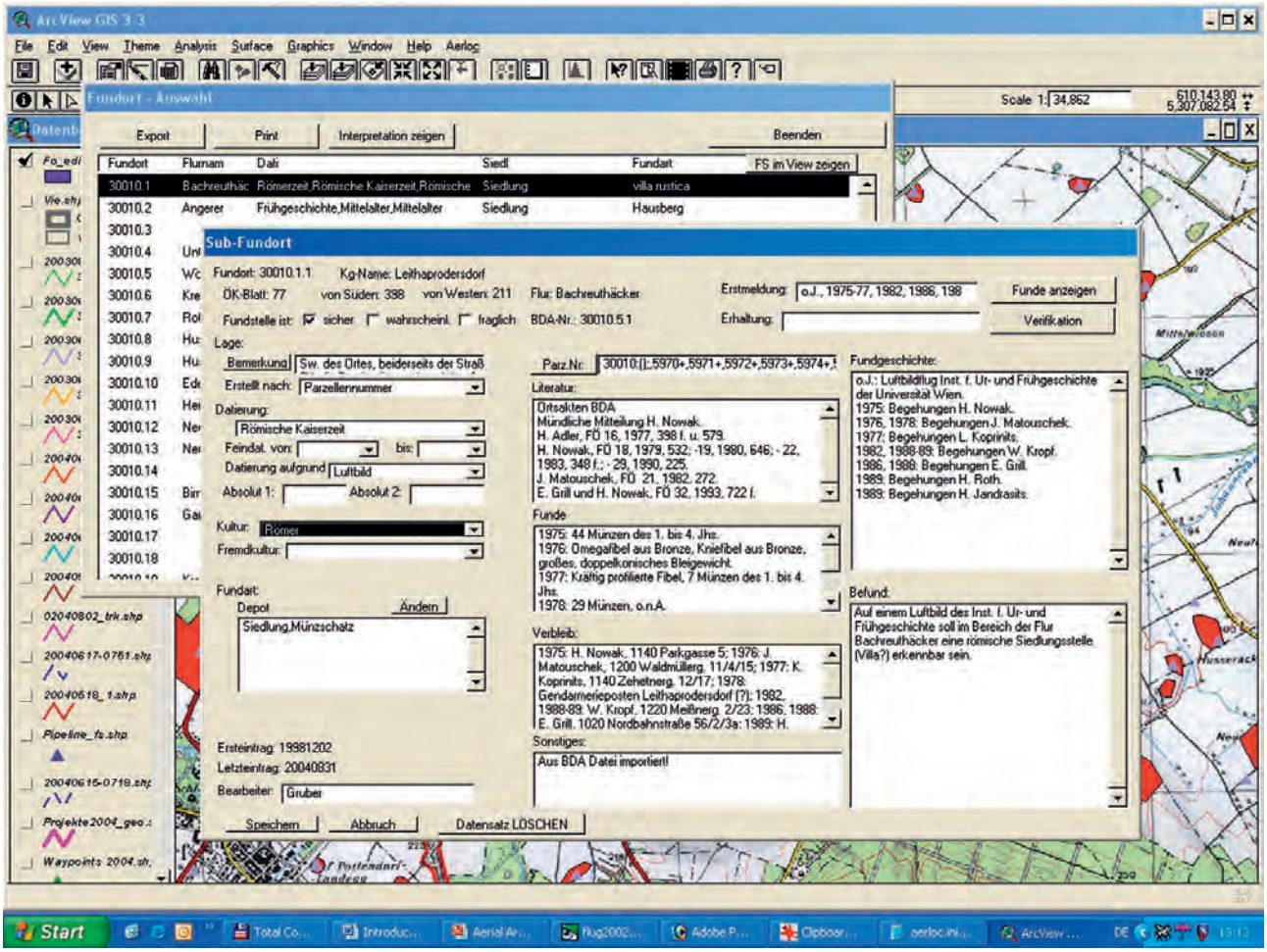


Abb. 123: AERLOC-Eingabemaske für eine Fundstelle (Grafik: Michael Doneus).

Kartierung in extrem kleinmaßstäblichem Rahmen, über die Nennung der Flur, bis zu der in der Österreichischen prähistorischen Archäologie lange praktizierten Angabe von Rechts- und Hochwert des entsprechenden Blattes der ÖK 1:50.000 in Millimetern. Durch die Umstellung dieser Karte auf das UTM-Koordinatensystem haben sich jedoch Blattnummerierung und Blattschnitt geändert. Neuerdings werden auch mit dem GPS (Global Positioning System) ermittelte Positionen angegeben. Fundstellen mit nur ungenügend genauer Lageangabe entziehen sich weitgehend der weiteren Erforschung und lassen sich kaum in ein geografisches Informationssystem (GIS) übernehmen, mit dessen Hilfe man in der Folge weitere Analysen durchführen sollte.

Als Grundlage für die Erfassung der Fundstellen sowie für die Weiterverarbeitung der Daten im GIS dient am Luftbildarchiv des Instituts für Ur- und Frühgeschichte die Datenbank AERLOC (Doneus, Mayer 2001). Diese eigens programmierte Datenbank ist im geografischen Informationssystem ArcView 3.3 integriert. Als zentrale Schnittstelle im Luftbildarchiv des Instituts für Ur- und Frühgeschichte wird sie ständig erweitert, indem alle (luftbild-)archäologisch relevanten Daten (Filme, Luftbilder und Fundstellen) verwaltet werden. Das System besteht aus mehreren einzelnen Datenbanken, die verschiedene Informationen enthalten und miteinander verknüpft sind. Im Einzelnen handelt es sich dabei um Datenbanken zu den Befliegungen, den einzelnen Luftbildern, archäologischen Fundstellen und archäologischen Begehungen. Durch die Einbindung in ein GIS können auch die detaillierten Interpretationen sämtlicher Prospektionsmethoden integriert und abgefragt werden.

Die zentrale Datenerfassung ist jedoch im Sinne des Luftbildarchivs selbst strukturiert. Dies liegt vor allem an der Quantität, da mehreren Hundert geophysikalischen Messungen und Begehungen etwa 110.000 Luftbilder gegenüberstehen. Im Bereich der Luftbilder wird zwischen einer Film- (Befliegungs-) Datenbank und einer Bilddatenbank unterschieden. Die Filmdatenbank enthält unter anderem Angaben zu den einzelnen Befliegungen wie Filmnummer, Aufnahmedatum, Kamera- und Filmtyp,

Wetterlage oder Informationen zum Copyright. Jede Befliegung erhält eine individuelle Filmnummer, welche sich aus Jahr und Monat der Befliegung sowie einer fortlaufenden Zahl zusammensetzt.

In der eigentlichen Luftbilddatenbank ist jedes Luftbild durch eine eindeutige Nummer, die sich aus der Filmnummer und der daran angehängten Bildnummer zusammensetzt, gekennzeichnet. Darüber hinaus wird in dieser Datei die geografische Ortsangabe zu den einzelnen Bildern in unterschiedlichen Bezugssystemen (WGS84, Gauß-Krüger, Millimeter auf ÖK) gespeichert. Bildmaßstab, die abgedeckte Fläche, Stichwörter zum Bildinhalt und Fundortsnummern – sofern das Bild archäologische Fundstellen abbildet – sind ebenfalls in dieser Datenbank eingegeben. Derzeit umfasst diese Datei etwa 110.000 Luftbilder (Abb. 121).

Über die grafische Benutzeroberfläche des GIS lassen sich die Bilder auswählen, indem man entweder auf die dargestellte Karte klickt oder einen Bereich als Polygon auswählt. Die bereits gescannten bzw. mit digitaler Kamera aufgenommenen Luftbilder können bei Bedarf auch sofort angezeigt werden (Abb. 122).

Zu den archäologischen Fundstellen existieren zwei Datenbanken. Die Fundstellen-Datenbank beinhaltet die geografische Verortung sowohl von bereits verifizierten Fundstellen als auch von in den Luftbildern als archäologisch interessant eingestuften Bereichen, die noch einer Verifikation bedürfen. Den Grad der archäologischen Relevanz dieser Bereiche zeigt eine 4-stufige Skala an: 0 (keine Fundstelle), 1 (potenzielle Fundstelle, aber fraglich), 2 (potenzielle Fundstelle) und 3 (verifizierte archäologische Fundstelle). Im Falle einer Einstufung mit den Werten 1 oder 2 sprechen wir von potenziellen Fundstellen.

Jeder Eintrag erhält eine eindeutige Identifikationsnummer, die sich aus der offiziellen 5-stelligen Nummer der Katastralgemeinde (KG) und einer fortlaufenden Nummer zusammensetzt (z. B. 42007.1). Falls ein Luftbild vorhanden ist, wird eine stichwortartige Beschreibung der erkannten Merkmale (visuelle Bildinterpretation) in dieser Datei mit abgespeichert. Zusätzlich enthält jede Fundstelle Angaben zu Flurname, Parzellennummer, Kategorie der Struktur (Siedlung, Bestattung, Depot, Einzelfund, Landschaft, Verkehr, Kult, Militär, Industrie), Datierung, Fundgeschichte, Funden und eventuell vorhandener Literatur.

Die Genauigkeit der Lageangabe wird ebenfalls eingegeben: Die Angabe kann durch Vermessung, Luftbildinformation, MM auf ÖK, Flurname oder Ortsname erfolgt sein. Für die weitere Auswertung im GIS können meist nur Fundorte, deren Lage aufgrund von Vermessung oder MM auf ÖK bekannt war, verwendet werden.

Die zweite Datei beinhaltet die einzelnen funktional-chronologischen Einheiten der Fundstellen (Abb. 123). Sie baut auf der Datenbank der Fundstellen auf und beinhaltet die durch andere Prospektionsmethoden (v.a. Oberflächenbegehungen) oder Ausgrabungen verifizierten Phasen und Kategorien der Strukturen der einzelnen Fundstellen. Jede chronologische Phase (z. B. Frühbronzezeit) und jede Kategorie (Siedlung, Bestattung, etc.) einer Fundstelle hat einen eigenen Eintrag und ist über die Fundstellennummer mit der Fundstellen-Datenbank verknüpft. Die eindeutige Identifikation ergibt sich über die Fundstellennummer und eine angehängte fortlaufende Nummer (z. B. 42007.1.1). Somit lassen sich sehr einfach sämtliche archivierte funktional-chronologische Einheiten von Fundstellen eines Fundortes oder einer KG ausfindig machen. Ähnlich wie bei den Luftbildern ist natürlich auch eine Auswahl über die grafische Benutzeroberfläche des GIS möglich.

Im Moment werden die archivierten Bildbestände – sofern sie nicht bereits mit digitalen Kameras aufgenommen wurden – systematisch digitalisiert. Die Filme werden dabei über einen fotogrammetrischen Scanner (Vexcel UltraScan 5000) mit automatischer Rollfilmeinheit in hoher Auflösung (15 µm) gescannt. Die mittels MrSID-Algorithmus komprimierten Bilder sind ebenfalls in die Datenbank integriert. Dies wird über ein vorgegebenes Verzeichnissystem realisiert. So finden sich die digitalisierten Bilder eines Filmes in einem Verzeichnis, welches nach der Filmnummer benannt ist. Da das Basisverzeichnis, in welchem die Filme und Bilder gespeichert werden, frei gewählt werden kann, ist das Archivierungssystem prinzipiell mobil. Im Moment sind etwa zwei Drittel aller Luftbilder in hoher Auflösung digitalisiert.

Liegen Entzerrungen der Luftbilder vor, so werden diese ebenfalls in einer eindeutigen Verzeichnisstruktur gespeichert und können von der Datenbank aus ins GIS geladen werden. Die darauf erfolgenden Interpretationszeichnungen werden wiederum im Verzeichnissystem an eindeutigen Stellen gespeichert (in einem Verzeichnis mit dem Namen der Fundstelle). Dies hat den Vorteil, dass Interpretationen über die Datenbank ins GIS geladen werden können. Sie sind aber auch von außen zugänglich, indem man die bereitgestellten Dateien im entsprechenden Verzeichnis aufsucht. Messergebnisse aus geophysikalischer Prospektion, Daten und Fotografien aus Begehungen oder von Funden werden ebenfalls im entsprechenden Verzeichnis der Fundstelle gespeichert.

Für die Langzeitarchivierung der Daten ist gesorgt, indem die Daten täglich auf einem Server gespiegelt und von dort aus in bestimmten Abständen an einen Zweiten, sich in einem anderen Gebäude befindenden Datenserver übertra-

gen werden. Zudem werden sämtliche Daten in bestimmten Zeitabständen auf Bandlaufwerke gesichert. Diese Prozesse funktionieren weitestgehend automatisiert.

11. Prospektion und landschaftsarchäologische Praxis

Die Landschaftsarchäologie entwickelte sich parallel zu zahlreichen Erkenntnissen aus Luftbildarchäologie und den ersten bedeutungsvollen Ergebnissen der in den 1960er Jahren aufkommenden systematischen Feldbegehungen. Dies ist kein Zufall. Erst durch die systematische, großflächige Prospektion ist eine landschaftsarchäologische Sichtweise der materiellen Hinterlassenschaft überhaupt möglich geworden.

Im kontinentalen Europa kam es weitestgehend nicht zu diesen Entwicklungen. Die dort erst vor Kurzem eingeführte Landschaftsarchäologie stützt sich in der Theorie zwar auch auf die systematische Prospektion, praktisch sieht es jedoch anders aus. Vor allem werden die einzelnen zur Verfügung stehenden Methoden höchst unterschiedlich und eher aus dem forschungsgeschichtlich gewachsenen Zusammenhang, nicht aber aufgrund ihrer tatsächlichen Möglichkeiten heraus bewertet (z. B. Schade 2000, 169 ff.).

Bislang gibt es keine Prospektionsmethode, welche in der Lage wäre, sämtliche materielle Hinterlassenschaft eines Gebietes großflächig aufzufinden. Diese Erkenntnis ist freilich nicht neu. Die Forderung nach einem kombinierten Einsatz von unterschiedlichen Prospektionsmethoden zieht sich durch die Geschichte der Archäologie und wurde konkret im Rahmen der *field archaeology*, der *total archaeology*, der Siedlungs- und Landschaftsarchäologie oder innerhalb der spezialisierten Teilbereiche der Prospektion wiederholt angesprochen. Der Beitrag der einzelnen Methoden wurde dabei jedoch höchst unterschiedlich bewertet – auch die Rezeption der einzelnen Techniken in der Landschaftsarchäologie erfolgte auf höchst unterschiedliche Weise. Ausgehend von den weiter oben erarbeiteten methodischen Problemen soll daher zunächst das landschaftsarchäologische Potenzial der einzelnen besprochenen Methoden explizit zusammengefasst werden.

11.1 Rezeption und Aussagekraft unterschiedlicher Prospektionsmethoden für die Landschaftsarchäologie

11.1.1 Feldbegehung

Generell kann man konstatieren, dass in praktisch allen Projekten die *Feldbegehung* als wohl wichtigste Art der Quellengewinnung angesehen wird. In vielen Fällen griff man praktisch ausschließlich auf Begehungsdaten zurück. C. Schade begründet ihre Vorreiterstellung folgendermaßen:

„Begehungen … ermöglichen die Auffindung, Bewertung und Dokumentation zahlreicher Fundstellen eines Raumes. Die Feinbegehung und die anschließende Auswertung des Fundmaterials gestatten es, die Fundstellen hinsichtlich ihrer Funktion, Datierung und ihres Umfanges anzusprechen, auch wenn sie nicht ausgegraben worden sind“ (Schade 2000, 177).

Die Bedeutung der Feldbegehung für die Landschaftsarchäologie lässt sich folgendermaßen umschreiben: Als unsystematische Begehung kann sie von jedem ohne technische Hilfsmittel betrieben werden. Mit entsprechenden Ressourcen kann sie systematisch und großflächig eingesetzt werden und ist deshalb eine wichtige Methode für die Auffindung neuer Fundstellen. In vielen Fällen lassen sich – trotz mancher Bedenken – Fundstellen eindeutig erkennen, zeitlich und räumlich abgrenzen und mehr oder weniger wahrscheinlich funktional umschreiben.

Der wohl wichtigste Aspekt ist, dass nur durch die Begehung eine angemessene chronologische Analyse der Fundstelle erfolgen kann. Die Funde können darüber hinaus auf Technologie, Herkunft, Gebrauchsspuren etc. untersucht werden. Wichtig erscheint für die Landschaftsarchäologie auch ihr Erkennungspotenzial von Aktivitätszonen, welche sich nur aufgrund von Funden abzeichnen und keine archäologischen Strukturen aufweisen.

Dennoch verbieten die diskutierten Problemkreise um die Feldbegehung eine allzu große Erwartungshaltung von Seiten der Landschaftsarchäologie. Als Beispiel sei die intensive Prospektionstätigkeit in der Niederrheinischen Bucht angeführt: In dem 1991 begonnenen Projekt „Archäologische Talauenforschung im Rheinischen Braunkohlenrevier" konnten intensive systematische Feldbegehungen unter „günstigen Bedingungen" (Becker et al. 2001, 5) mit 2 – 3 m Reihenabstand und der Vermessung einzelner Funde über ein 4 km² großes Gebiet durchgeführt werden (Nehren et al. 1994). Annähernd 100.000 Funde wurden dabei gemacht und viele davon lagemäßig präzise eingemessen. Zusätzlich wurden die Begehungen durch Bohrungen, einige kleinere geophysikalische Messungen sowie Sondagen ergänzt.

Dieses Paradebeispiel eines qualitativ hochwertigen Feldbegehungsprojektes bleibt in seiner interpretativen Aussage jedoch vage: Es interessiert vor allem die chronologische Verteilung der Funde sowie artefaktbezogene Untersuchungen (z. B. Becker et al. 2001, 193 – 227). Sämtliche Artefaktkonzentrationen wurden als Siedlungen, bisweilen mit eventueller Metallverarbeitung gedeutet. Darüber hinausgehende Fragen könne man mit den vorliegenden Ergebnissen nicht beantworten:

„Fragen bezüglich einer exakten Datierung, der baulichen Struktur und der Nutzung einer jeden einzelnen Anlage sowie schließlich dem Versuch einer Gesamtrekonstruktion der metallzeitlichen Siedlungsabläufe im gesamten Arbeitsgebiet ist wohl nur durch großflächige Ausgrabungen … näherzukommen" (Becker et al. 2001, 141)

„Jede Periode innerhalb der Besiedlungsgeschichte der beiden untersuchten Areale dokumentiert sich in einem speziellen Fundniederschlag, der jeweils in einer Fundverbreitungskarte festgehalten ist. Hieraus resultieren zwar erste verlässliche Anhaltspunkte bezüglich der Siedlungsintensität während der verschiedenen Kulturepochen, aber die Möglichkeiten, auf der Grundlage von Oberflächenfunden exaktere oder gar komplette Bilder eventueller Besiedlungsabläufe zu entwerfen, sind sehr eingeschränkt" (Becker et al. 2001, 141, 42). Realistisch betrachtet muss man daher für die Funde von Begehungen Folgendes konstatieren:

(1) Sie sind eine nicht repräsentative Zufallsauswahl von horizontal und vertikal verlagerten durch stochastische Prozesse selektiv sortierten Funden, entstanden aus einer mit vielen Verzerrungen und Unwägbarkeiten behafteten Suche, welche je nach Intensität nur einen Bruchteil der gesamten Oberfläche erfasste.

(2) Die Verteilung und Zusammensetzung der Funde ist Resultat einer Reihe von unterschiedlichsten Aktivitäten, welche innerhalb einer chronologischen Phase oder über einen längeren Zeitraum wiederholt stattfanden, sich überlagerten und kumulierten.

(3) Die Daten beinhalten normalerweise keine direkte Beobachtung der zugrunde liegenden archäologischen Struktur und sind deshalb Proxys, welche auf vergangene Aktivitäten, und zwar nur solche mit Fundniederschlag hinweisen. Sind die Artefakte in archäologischen Strukturen eingelagert (etwa bei einem Grab), welche noch nicht von der Erosion erfasst wurden, so sind auch diese Strukturen unsichtbar.

Aus diesen Gründen wird hier argumentiert, dass die Feldbegehung einerseits unverzichtbarer Bestandteil landschaftsarchäologischer Datenerfassung ist, ihre Ergebnisse jedoch ebenso einer Verifikation durch eine zweite Prospektionsmethode benötigen, wie dies für die Luftbildarchäologie bereits seit Langem üblich ist. Zudem ist die Landschaftsarchäologie gut beraten, sich nicht nur auf Oberflächenbegehung als einzige Datenquelle für die materielle Hinterlassenschaft zu verlassen. Die Kenntnis über die hinter einer Fundstreuung liegenden Strukturen erscheint im Rahmen einer landschaftsarchäologischen Analyse zu wichtig, als dass man darauf verzichten könnte. Zudem können viele Strukturen der materiellen Hinterlassenschaft, wie Bestattungsplätze, Flursysteme, Wege und Straßensysteme sowie Landschaftselemente wie Paläomäander nicht oder nur in Ausnahmefällen aufgrund von Oberflächenfunden identifiziert werden. Umso schlimmer erscheint es, dass fast sämtliche siedlungs- und landschaftsarchäologische Arbeiten der letzten Jahre sich zum überwiegenden Teil allein auf Ergebnisse der Feldbegehung stützen – und das nicht nur im deutschsprachigen Raum.

11.1.2 Geophysikalische Prospektion

Zum gegenwärtigen Zeitpunkt ist die *geophysikalische Prospektion* mit Sicherheit die beste Methode, wenn es darum geht, detaillierte und genaue Informationen zu im Boden verborgenen archäologischen Strukturen zu erhalten. Dies wird in zahlreichen neueren Arbeiten hervorgehoben (zuletzt Cheetham 2008).

Wichtig erscheint, dass mithilfe geophysikalischer Verfahren materielle Hinterlassenschaften dokumentiert werden können, die mit keiner anderen bislang bekannten Methode auffindbar wären. Die magnetische Suszeptibilität, also die Magnetisierbarkeit eines Materials ist zum Beispiel, wie bereits oben erwähnt, ein wesentlicher Faktor für die Stärke seiner tatsächlichen Magnetisierung im Erdmagnetfeld. Sie kann mit speziellen Geräten bestimmt werden, welche ein externes magnetisches Feld erzeugen und die dadurch entstandene induzierte Magnetisierung messen (z. B. Bartington MS2 – Neubauer 2001, 89 ff.). Anhand von

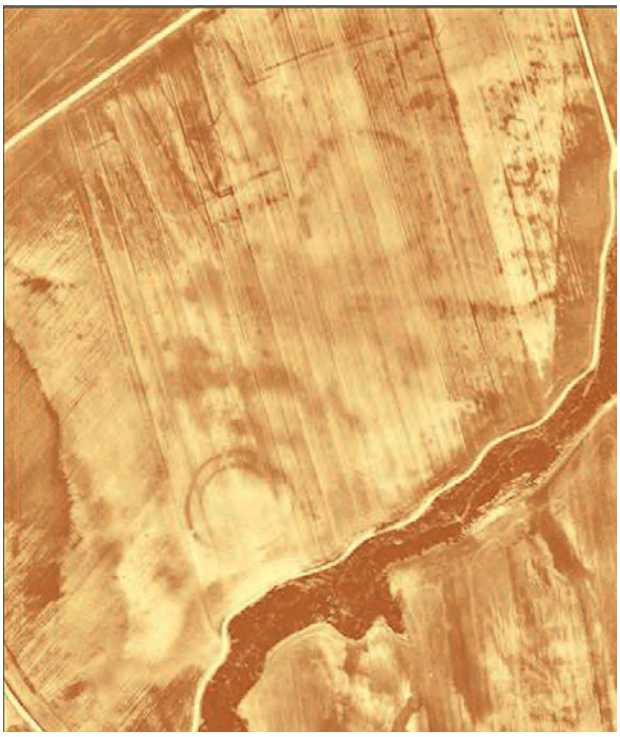


Abb. 124: Entzerrte Senkrechtaufnahme mit zwei mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen von Puch und Kleedorf sowie zahlreicher Siedlungsreste (© bmlvs/luaufklsta).

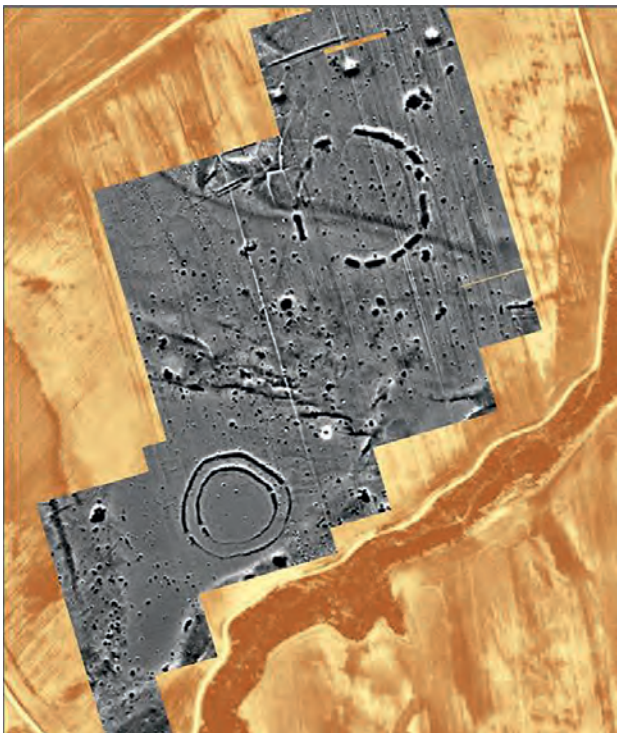


Abb. 125: Situation der vorherigen Abbildung mit darübergelegtem Magnetogramm © ArcheoProspections®).

Suszeptibilitätsmessungen an der Oberfläche kann man in manchen Fällen Zonen intensiver anthropogener Aktivität erkennen, selbst dort, wo weder Artefakte noch Strukturen vorhanden sind, solange eine Erhöhung der magnetischen Eigenschaften des Bodens stattfand. Dies ist jedoch in erster Linie bei längerfristiger Nutzung gewährleistet (Gaffney, Gater 2003, 44).

Im Vergleich zum Luftbild kann eine geophysikalische Prospektion in den meisten Fällen mehr Information bieten (vgl. Doneus, Neubauer 1998). Bei Verwendung geeigneter, hochauflösender magnetischer Sensoren können selbst einzelne Pfosten oder Holzbalken im Magnetogramm sichtbar werden. Dies kann man zum Beispiel bei den beiden mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen von Puch und Kleedorf sehen. Diese wurden in Luftbildern einer Senkrechtbefliegung aus dem Jahr 1981 entdeckt. Details, wie etwa die Holzpalisade zeigen sich jedoch erst in der magnetischen Prospektion (Abb. 124 und Abb. 125). Das Bodenradar hat wiederum das Potenzial, selbst in verbauten Gebieten, etwa durch Straßen, oder gepflasterte Plätze hindurch messen zu können (Leckebusch 2001, 18).

Vor allem die in den letzten Jahren durchgeführten großflächigen Messungen führten aufgrund ihrer unerwartet guten Ergebnisse deutlich vor Augen, dass man bislang nur einen Bruchteil der materiellen Hinterlassenschaft in den entsprechenden Gebieten gekannt hatte (Cheetham 2008, 572). Es ist zu hoffen, dass sich diese erfreuliche Entwicklung fortsetzt und in Zukunft durch verbesserte Geräte größere Flächen in kürzerer Zeit gemessen werden können. Momentan bewegen sich jedoch selbst die größten zusammenhängend prospektierten Flächen in einer Größenordnung von 100 Hektar bis wenigen Quadratkilometern.

Dies darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, dass für eine umfassende Kartierung eines möglichst großen Prozentsatzes der tatsächlich verborgenen Strukturen eine einzelne Methode nicht ausreichend ist:

„Keine geophysikalische Messung ergibt ein vollständiges Bild des Untergrundes, sondern nur einen Einblick in Abhängigkeit von der verwendeten Methode und den physikalischen Eigenschaften der beobachteten Struktur im Vergleich zum umgebenden Material“ (Neubauer 2001, 19).

Dies zeigt sich zum Beispiel an der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage in Velm. Obwohl diese im Luftbild selbst mit Palisadengräbchen zum Großteil deutlich zu erkennen ist, zeigt sie sich im Magnetogramm nur in jenen Bereichen, welche anscheinend nicht über längere Zeit von höheren Grundwasserständen beeinflusst waren (Abb. 126 und Abb. 127).

In der Kombination haben die Methoden jedoch ein noch größeres Aussagepotenzial, da sich die verwendeten Techniken vielfach ergänzen:



Abb. 126: Luftbildinterpretation der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Velm (Grafik: Michael Doneus).



Abb. 127: Situation von Abb. 126 mit Magnetogramm (© Archeo-Prospections®).

„The striking thing about the various techniques is the degree to which the information they produce is complementary …, so that the fullest non-invasive information about a site can only be obtained by using all of them" (Clark 1996, 128).

Den umfassenden Möglichkeiten der geophysikalischen Prospektion steht jedoch eine im Moment noch unüberbrückbar scheinende Barriere in Form von Zeitaufwand und in der Folge finanzieller Kosten gegenüber. So gut wie alle geophysikalischen Anwendungen sind daher fundstellenbasiert, was Paul Spoerry bereits 1992 als „wall-following", d. h. nur an Grundrissen von Siedlungen oder Gräberfeldern interessiert kritisierte (Spoerry 1992a, 2). Daran hat sich bis heute kaum etwas geändert. Ähnlich wie bei der Feldbegehung lässt sich dieser Umstand vermutlich dadurch erklären, dass man bei der Messung von großflächigen *Off-site*-Arealen anscheinend von vorneherein keine „herausragenden" und illustrativen Fundstellen zu erwarten wären. Geophysik ist teuer und es bedarf daher anscheinend entsprechend guter Ergebnisse, um den finanziellen Aufwand zu rechtfertigen. Es handelt sich hier also um dieselbe Voreingenommenheit, welche bereits im Rahmen der Luftbildarchäologie als bevorzugtes Befliegen der „honey-pot" Gebiete erwähnt wurde (vgl. S. 184).

Der finanzielle Aufwand würde sich demnach für Messungen außerhalb der „produktiven" Zonen nicht lohnen. Zeigen sich in einer prospektierten Fläche kaum Strukturen, so wird dies im wahrsten Sinne des Wortes als „negatives" Ergebnis beurteilt und vom Auftraggeber der Aufwand, bisweilen sogar die Methode infrage gestellt. Es scheint daher beliebter, selbst Fundstellen, welche sich im Luftbild bereits detailliert gezeigt haben, nachzumessen, anstelle jene Bereiche anzugehen, welche keine oder kaum Information aus den anderen Prospektionsmethoden erbrachten. Freilich lassen sich durch Magnetik, Geoelektrik oder Bodenradar auch in luftbildarchäologisch noch so gut dokumentierten Bereichen neue Details erkennen. Im Sinne einer landschaftsarchäologischen Betrachtungsweise wäre es jedoch wünschenswert, jene Areale zu messen, welche bislang schlechte Ergebnisse brachten. Die Gefahr ist dabei natürlich gegeben, dass die bisherigen Ergebnisse deshalb mager waren, weil kaum archäologische Strukturen vorhanden sind. Solche Resultate verkaufen sich aber schlecht. Dabei haben gerade die großflächigen, auch die Bereiche außerhalb der eigentlichen Fundstelle inkludierenden geophysikalischen Surveys eine extrem große Fülle an Information und neuen Erkenntnissen gebracht (Powlesland 2006, 2005; Gaffney, Gaffney 2000; Sutherland, Schmidt 2003, Gaffney et al., 2012).

Umso bedauerlicher ist die momentan geübte und aus finanziellen Gründen verständliche – Zurückhaltung, wenn es um die geophysikalische Prospektion von Landschaften beziehungsweise den Zonen zwischen archäologischen Fundstellen geht. Für große Gebiete überlegen C. Gaffney und J. Gater, dass eine hundertprozentige, vollständige geophysikalische Erfassung kaum möglich ist (Gaffney, Gater 2003, 93). Sie könnten sich daher Strategien vorstellen, welche ähnlich der Feldbegehung mit systematischer, zufälliger oder „stratifizierter" Beprobung arbeiten. Eine weitere Möglichkeit sehen sie in der groben magnetischen Erfassung des Gebietes, wobei alle 10 bis 15 Meter eine Linie gemessen würde und in den Fällen, wo Anomalien archäologische bedeutungsvoll erscheinen, eine intensivierte Prospektion stattfinden könnte.

„To simplify the problem, is it necessary for a geophysical survey to locate the smallest of features, such as post-

holes, or, is it sufficient to define the nature and extent of an archaeological site? … The future role of geophysics must be to problem-solve within focused research strategies" (Gaffney, Gater 2003, 182).

Für landschaftsarchäologische Analysen scheint dieser Weg jedoch nicht wirklich zielführend (vgl. Neubauer 2006, 74). Vielversprechend erscheint die Entwicklung neuer motorisierter Systeme, mit denen eine rasche Datenerfassung großer Flächen bewerkstelligt werden kann. Das Wiener Ludwig Boltzmann Institut für archäologische Prospektion und virtuelle Archäologie entwickelt gemeinsam mit seinen Partnern in Österreich, Deutschland, Großbritannien, Norwegen und Schweden Wege der raschen und großflächigen geophysikalischen Erfassung. Von geländegängigen Fahrzeugen gezogene Arrays von Caesium-Sensoren und Multikanal-Radarantennen messen – bei steigender Tendenz – heute bereits Flächen von 2 (im Falle von Radar) und 5–6 (Magnetik) Hektar pro Tag mit hoher Auflösung (für die Anwendung in Stonehenge siehe Gaffney et al. 2012). Dadurch wird die Geophysik zur wesentlichsten Prospektionsmethode für die Landschaftsarchäologie.

11.1.3 Chemische Prospektion

Die *chemische Prospektion* führt im Rahmen landschaftsarchäologischer Anwendungen ein Schattendasein - zu Unrecht, wie zahlreiche Anwendungen auf unterschiedlichsten Maßstäben belegen. Die chemische Prospektion liefert in erster Linie Informationen, welche helfen, die Ergebnisse anderer Prospektionsmethoden besser interpretieren zu können. Es gibt zahlreiche Beispiele bei der Auffindung und Eingrenzung von ehemaligen Feldern, Siedlungen und der näheren Bestimmung von möglichen Aktivitätszonen bzw. Funktionen innerhalb von Siedlungen oder Gebäuden (Lienemann 2003).

Roderick B. Salisbury konnte durch den kombinierten Einsatz von stratigrafischer Beobachtung der Bohrkerne, Ring-Chromatographie, ICP-MS zur Multi-Element-Analyse sowie Suszeptibilitätsmessungen detaillierte Aussagen zur räumlichen Organisation mehrerer spätneolithischer und frühkupferzeitlicher Siedlungen in Ungarn treffen (Salisbury 2010). Durch Kartierung der aus Hauptkomponenten- und Clusteranalyse herausgearbeiteten relevanten Faktoren zeigten sich Organisationsstrukturen des inneren (Haus, Gruben, Nahrungszubereitung und Abfallplätze) und äußeren (verlandete Flussmäander, Wiesen, eventuelle Kleingärten) Gemeinschaftsraumes.

Im schwedischen Scania konnte Tina L. Thurston auf eine in den 1930er Jahren systematisch (100 m Probenabstand) hergestellte Phosphatkarte zurückgreifen (Thurston 2001, 185 f., 207). Diese ließ archäologische Fundstellen aufgrund der deutlich erhöhten Werte zuverlässig erkennen. Ergänzt durch eigene Messungen und Oberflächenbegehungen konnten Hausbereiche (hoher Phosphatgehalt und Artefaktdichte), Siedlungsbereiche zwischen den Häusern (hohe Phosphatgehalte und wenige Artefakte) sowie das landwirtschaftlich genutzte Umfeld (mittlere Phosphatwerte aufgrund von Düngung) unterschieden werden.

Besonders fruchtbringend hat sich eine Kombination unterschiedlicher Methoden chemischer, physikalischer und archäologischer Prospektion erwiesen. Auch wenn die Resultate jeder Methode für sich genommen nicht allzu aussagekräftig sind, kann eine Kombination ihrer Ergebnisse durchaus Sinn machen. So konnte Jeremy Taylor durch eine Kombination von Phosphatanalyse, Suszeptibilitätsmessung und Feldbegehung an einer eisenzeitlichen Siedlung in Shiptonthorpe mehrere Zonen (Straße, Ansiedlung, Bestattungsplatz und Hintergrund) klassifizieren (Taylor 2000b, 188). Gebäude zeigten sich aufgrund höherer Suszeptibilitätswerte, während sich die Bestattungsplätze vor allem durch höhere Phosphatwerte auszeichneten.

Wichtig erscheint, dass durch die chemische Prospektion auch Aktivitätszonen entdeckt werden können, bei deren Nutzung weder Artefakte anfielen noch Strukturen errichtet wurden. Vor allem dort, wo ehemals landwirtschaftlich genutzte Flächen bewaldet blieben, kann man mit guten Ergebnissen rechnen. Dies macht die chemische Prospektion trotz aller Problematiken zu einem unverzichtbaren Hilfsmittel der Landschaftsarchäologie.

11.1.4 Flugzeuggetragenes Laser-Scanning

Für das *flugzeuggetragene Laser-Scanning* zeichnet sich bereits nach wenigen Jahren eine wichtige Rolle innerhalb der Landschaftsarchäologie ab. Für die landschaftsarchäologische Forschung sind Waldgebiete besonders wichtig. In ihnen können sich durch die auf Erosionserscheinungen stabilisierende Wirkung der zum Teil dichten Vegetation zahlreiche kulturell geprägte Strukturen erhalten. Diese waren aber bislang nur schwer zu erkennen – vor allem, wenn sie nur noch sehr flach erhalten sind. Flugzeuggetragenes Laser-Scanning ist die momentan beste Möglichkeit, die als Mikrotopografie erhaltenen materiellen Hinterlassenschaften detailliert zu kartieren und dem Archäologen zugänglich zu machen.

In einem von ALS-Daten abgeleiteten Geländemodell zeigt sich ein breites Spektrum an archäologisch relevanten Informationen (Abb. 128 bis Abb. 133): neben großflächigen archäologischen Strukturen wie ehemaligen Flursystemen, Wegen, Straßentrassen, ganzen Hohlwegfeldern, Grenzmarkierungen etc. sind auch geomorphologische Strukturen mitunter deutlich zu erkennen. Zudem erhält

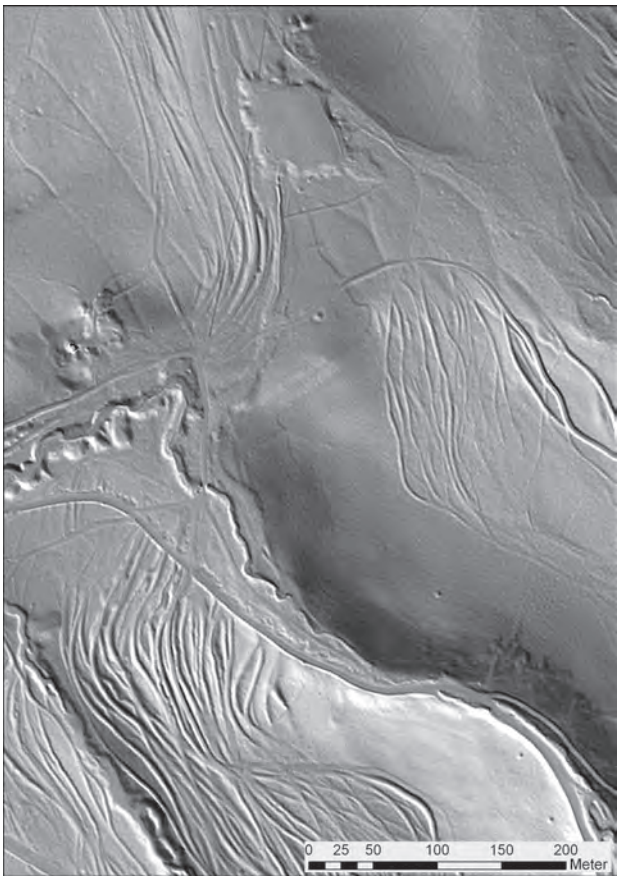


Abb. 128: Hohlwegbündel, ca. 1,5 Kilometer südöstlich der Kirche in Mannersdorf. Das untere Wegebündel führt vom Häuselberg herunter und überquert ein Nebengerinne des Arbachs (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

man ein extrem genaues DGM, von dem detaillierte Hangneigungs- und Hangausrichtungskarten, Sichtbarkeitskarten oder Cost-Surfaces abgeleitet werden können. Gerade bei Untersuchungsgebieten mit hoher Dichte von Bodendenkmalen ist auf Basis ALS-gestützter Geländemodelle auch eine relativchronologische Analyse in begrenztem Rahmen möglich. Abb. 128 zeigt beispielhaft die gute Erkennbarkeit von Wegenetzen im Leithagebirge. Die Menge an sich überschneidenden Trassen und deren Dichte scheint für eine lange Nutzung der Trasse zu sprechen. Dies ist umso interessanter, als sich diese Hohlwegbündel zwischen den drei bekannten prähistorischen Höhensiedlungen von Donnerskirchen, Purbach und Mannersdorf (Scharfeneck) erstrecken, welche alle mindestens eisenzeitlich zu datieren sind und gleichzeitig existiert haben dürften (vgl. Kapitel 16, S. 318).

Überschneidungen zeigen sich auch anhand von Flursystemen, wie dies auf Abb. 129 ersichtlich wird: Westlich von Mannersdorf am Leithagebirge zeigt sich im heute bewaldeten Bereich ein ausgedehntes, mittelalterliches Flursystem, welches im zentralen Bereich der Abbildung eine scheinbar ältere Flur überlagert. Alte Flursysteme und Terrassen sind besonders an den Rändern des Leithagebirges sehr häufig, erstrecken sich mancherorts ein bis zwei Kilometer taleinwärts in heute bewaldete Gebiete. Eine systematische Kartierung zeigt, dass große Flächen des heutigen Waldgebietes im Leithagebirge abgeholzt waren und landwirtschaftlich genutzt wurden (Abb. 130).

Bei der Auswertung des Laserscans konnten mittelalterliche Grenzverläufe über lange Strecken verfolgt werden. Im Leithagebirge wurden nämlich Grenzen durch kleine Hügel, so genannte „Hotter" markiert. Abb. 131 zeigt einen längeren Abschnitt des ehemaligen Grenzverlaufs zwischen Österreich und Ungarn, welcher noch heute die burgenländisch-niederösterreichische Landesgrenze bildet. Die Grenze ist anhand eines gerade verlaufenden Weges und zahlreicher, in regelmäßigen Abständen aufgeschütteter Hotter deutlich markiert. Gut zu sehen sind ein Doppel-Hotter und drei Einfach-Hotter. Abb. 133 zeigt die Situation eines Hotters mit Grenzstein vor Ort.

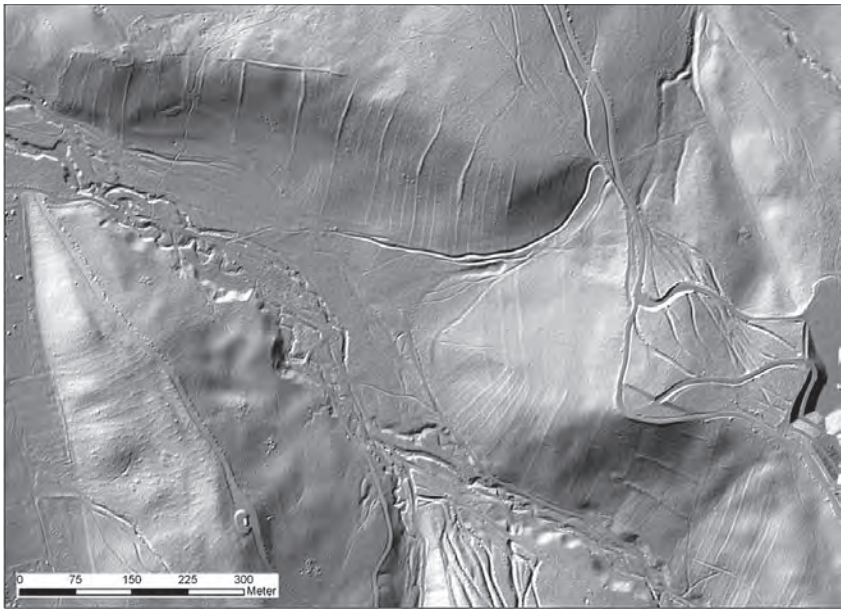


Abb. 129: Mannersdorf am Leithagebirge, Schweingraben: ausgedehntes, mittelalterliches Flursystem im heute bewaldeten Bereich. Im zentralen Teil des Bildes scheint dieses ältere Flureinteilungen zu überlagern. (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

In einer Kooperation mit der geologischen Bundesanstalt wurde das Geländemodell systematisch nach Spuren von Steinbrüchen untersucht: Insgesamt konnten etwa 100 neue Steinbrüche zu den 187 bislang bekannten gefunden werden (Heinrich et al. 2010).

Diese Beispiele zeigen das landschaftsarchäologische Potenzial von ALS nur allzu deutlich: Gerade im Waldgebiet haben sich zahlreiche Strukturen erhalten können, welche Auskunft über ehemalige Bewegung, Nutzung oder Territorialität geben. Nicht zuletzt erlauben diese Visualisierungswerkzeuge neue Einblicke in das Verständnis von Landschaft. So können für historische Epochen das durch ALS ermittelte Nutzungsmuster mit Schrift- und Bildquellen verglichen, und dahinterstehende Konzepte der Verfasser erkannt werden. Dies wurde zum Beispiel anhand des Vergleichs mit einem als Vogelschau erstellten Stich des Klosters St. Anna in der Wüste demonstriert (Doneus et al. 2008b, 151 ff.). Die vergleichende Analyse mit dieser historischen Bildquelle ermöglichte es, die Bedeutung der Landschaft sichtbar zu machen, aber auch die Grenzen der Umsetzung derartiger Modelle nachzuvollziehen (vgl. Kapitel 17, S. 336).



Abb. 130: Kartierung aller heute im bewaldeten Bereiche des Leithagebirges gelegenen Flächen, in welchen sich bei der Interpretation der ALS-Daten ehemalige Flursysteme zeigten (Grafik: Martin Janner; Hintergrund ÖK 1:50.000: © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

Aufgrund zahlreicher methodischer Probleme, deren Größtes sicherlich die Beschränkung auf im Geländerelief erhaltene Strukturen ist, gilt für ALS derselbe Grundsatz wie für alle anderen archäologischen Prospektionsmethoden: Nur durch einen integrativen Ansatz in Kombination mit unterschiedlichen archäologischen Methoden wird es möglich sein, den archäologischen Bestand eines Gebietes auch nur annähernd zu erfassen und zu verstehen.

11.1.5 Luftbildarchäologische Prospektion

Zuletzt soll auf die *luftbildarchäologische Prospektion* näher eingegangen werden. Der Grund dafür liegt in der langjährigen luftbildarchäologischen Erfahrung des Autors

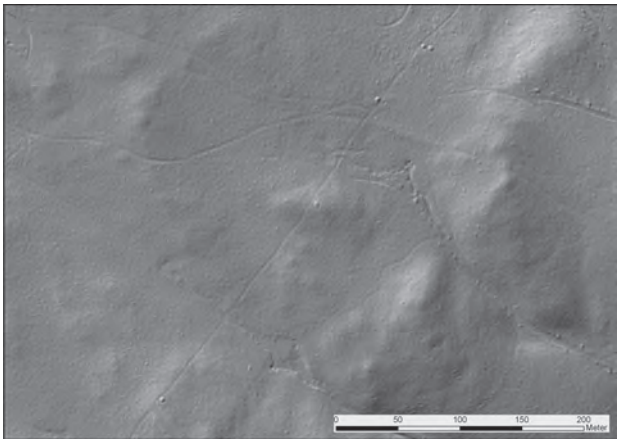


Abb. 131: Ehemalige Grenze zwischen Österreich und Ungarn, welche sich heute noch durch kleine Grenzhügel, sogenannte Hotter zeigt. Diese sind vor allem in dem dichten, aus ALS-Daten abgeleiteten DGM gut zu erkennen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 132: Ausschnitt aus dem franziszeischen Kataster des 18. Jahrhunderts mit dem eingezeichneten Grenzverlauf und daruntergelegter Schummerung des Reliefs. Der Ausschnitt entspricht dem der Abb. 131 (Grafik: Martin Janner; Kataster: © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).



Abb. 133: Hotter mit Grenzstein (Foto: Martin Janner).

sowie in der regional höchst unterschiedlichen Auslegung ihres Stellenwertes in der Landschaftsarchäologie. Dabei blieb ihr tatsächlicher Beitrag bislang unterschätzt.

In zahlreichen Ländern – selbst innerhalb der Europäischen Union – wird Luftbildarchäologie aus den unterschiedlichsten Gründen (meist militärische und administrative Verbote) praktisch überhaupt nicht betrieben. Obwohl sie im deutschsprachigen Raum im Rahmen des Denkmalschutzes mittlerweile eine wichtige Rolle spielt und durch ihren systematischen Einsatz viele archäologische Fundstellen vor der Zerstörung bewahrt werden konnten, finden die Ergebnisse nur spärlich Eingang in die siedlungs- und landschaftsarchäologische Literatur. Gänzlich anders präsentiert sich die Situation in Großbritannien, wo sich die Luftbildarchäologie seit den 1920er Jahren etablieren konnte, bereits vor dem 2. Weltkrieg intensiv betrieben wurde und seit 1965 durch Gründung des *Air Photograph Unit* innerhalb des *English National Monuments Record* auch fester Bestandteil denkmalpflegerischer Arbeit ist (Wilson 2000, 21). In den 1980er Jahren hat man in England mit einer landesweiten systematischen Kartierung sämtlicher, in Luftbildern enthaltener archäologischer Merkmale begonnen. Die Ergebnisse sind in öffentlichen Archiven jeder interessierten Person zugänglich (Bewley 1995). Deshalb verwundert es nicht, dass Luftbilder in der Landschaftsarchäologie von Beginn an eine wichtige Rolle innehatten. So argumentiert Michael Aston Mitte der 1970er Jahre:

„… a few trips at the right time of day and year might be sufficient to provide a considerable amount of information about the distribution and nature of medieval earthworks within a given area" … "Nevertheless new aerial photography and the consultation of existing air coverage should be an intrinsic part of any research or rescue operation, whether it is concerned with a single archaeological site or larger tracts of land" (Aston und Rowley 1974, 75 f.).

In Deutschland kann man auf eine mindestens ebenso lange luftbildarchäologische Tradition zurückblicken, die mit Theodor Wiegand und seinem 1916 begründeten „Denkmalschutzkommando" begann (vgl. S. 30). Dennoch konnte sich die Methode nie so umfassend wie in Großbritannien etablieren. Bedingt durch den 2. Weltkrieg wurde sie erst seit den 1960er Jahren in größerem Umfang angewandt werden. Die beeindruckenden Erfolge einzelner, im Rahmen des Denkmalschutzes operierender engagierter Persönlichkeiten wie Otto Braasch oder Klaus Leidorf, hatten regional Auswirkungen auf die Landesaufnahme. Die Ergebnisse der Luftbildarchäologie erzielten darüber hinaus jedoch praktisch keine Auswirkung auf Siedlungs- oder Landschaftsarchäologie – und das, obwohl man allein in Bayern nach nur 9 Jahren intensiver Befliegungen etwa 20.000 neue Fundstellen durch Luftbilder entdeckt und inventarisiert hatte (Leidorf 1996, 36).

Die Rezeption dieser Erfolge in der Literatur zur Siedlungs- und Landschaftsarchäologie ist bis heute ernüchternd. In seinem Grundlagenwerk zur Siedlungsarchaologie nennt Herbert Jankuhn neben der Begehung, Phosphatanalyse und der aufkommenden geophysikalischen Prospektion die „aerotopographische Inventarisation" als „Ergänzung der archäologischen Fundkarte", welche jedoch durch Begehungen vor Ort verifiziert werden mussten (Jankuhn 1977, 30). Jens Lüning erwähnt die Luftbildarchäologie in seinem Programm zur Landschaftsarchäologie nur ein einziges Mal als eine der vielen „bewährten und neuen Prospektionsmethoden", um „das bisher bekannte Fundbild im Gelände zu überprüfen und bewertbar zu machen" (Lüning 1997, 279 f.). Im Rahmen der detaillierten Erfassung von Teilregionen findet Lüning für die Methode keine Verwendungsmöglichkeit mehr (Lüning 1997, 281 f.). Auch Christoph Schade versucht in seiner Arbeit „Landschaftsarchäologie – eine inhaltliche Begriffsbestimmung", die Grundlagen der Landschaftsarchäologie umfassend darzustellen (Schade 2000, 169–181). In diesem Zusammenhang beschäftigt er sich auf insgesamt 13 Seiten mit dem Thema „Prospektion und Landschaftsarchäologie", wobei der Luftbildarchäologie gerade einmal 3 Sätze gewidmet werden, die inhaltlich wenig Information preisgeben (Schade 2000, 177). Auch wenn er einräumt, dass „alle Prospektionsmethoden … bei landschaftsarchäologischen Untersuchungen Anwendung finden [können]", so zeigt er dennoch eine klare Präferenz für die Feldbegehung.

Einer der wenigen, die sich mit der Thematik intensiv auseinandergesetzt haben, ist Wolfram Schier (Schier 1990). Er hatte bei seiner Auswertung im südlichen Maindreieck Luftbilddaten verwendet und widmet sich in einem eigenen Kapitel ihrer Aussagekraft. Zwar räumt er ein, dass durch den Einsatz der Luftbildarchäologie das „überlieferte

Fundbild verdichtet werden kann" (Schier 1990, 152), konstatiert jedoch: „Die Unterschiede der Sichtbarkeit archäologischer Fundorte im Luftbild bezogen auf die Zeitstellung waren so eklatant, dass von einer Repräsentativität keine Rede sein kann" (Schier 1990, 153). Zu dieser Aussage kam er, da insgesamt 39 Prozent aller bandkeramischen und 54 Prozent aller mittelneolithischen Fundorte, allerdings so gut wie keine Fundstelle der späten Eisenzeit im Luftbild beobachtet werden konnten.

Schier erklärt diese Diskrepanz aus der Lage der Fundorte in Bezug auf die Reliefgestaltung, sodass „Perioden im Luftbildspektrum überrepräsentiert sein müssen, die für die Luftbildbeobachtung günstige Geländesituationen ohnehin bevorzugen" (Schier 1990, 154). Somit wären die Fundorte der Latène- und Kaiserzeit, die häufig am Unterhang liegen, im Luftbild nicht zu sehen. Er belegt dies anhand einer Bohrsequenz in der Siedlungskammer Gaukönigshofen-Tückelhausen. Dort fanden sich praktisch im gesamten unteren Hangbereich Kolluvien mit einer Mächtigkeit von über einem Meter (Schier 1990, 156–158).

Diese Erklärung ist nicht zur Gänze nachvollziehbar: Ein Fundort, der unter einem 1 m mächtigen Kolluvium begraben liegt, kann auch durch eine Begehung nicht aufgefunden werden. Nun ist aber der Großteil der latène- und kaiserzeitlichen Fundstellen ausgerechnet durch Begehungen gefunden worden, wie Schier an anderer Stelle bemerkt: „Eine rapide Fundstellenzunahme erfährt die Latènezeit erst in den sechziger Jahren durch Begehungen" (Schier 1990, 59). Da der Großteil dieser Fundorte im Unterhang liegt, sollten sie eigentlich von einem entsprechend mächtigen Kolluvium überlagert sein – wenn man annimmt, dass die Bohrsequenz von Gaukönigshofen-Tückelhausen repräsentativ ist. Dann wären diese latène- und kaiserzeitlichen Siedlungsstellen jedoch kaum gefunden worden.

Der Grund für Schiers Einschätzung, Resultate aus einer luftbildarchäologischen Prospektion seien nicht repräsentativ, lässt sich auch anders erklären. Soweit es aus der Publikation eruierbar ist, hatte Schier zum Großteil Luftaufnahmen mit Bodenmerkmalen zur Verfügung. Diese zeigen Strukturen im vegetationslosen Feld aufgrund der farblichen Kontraste des Bodens an. Sind diese Kontraste nicht ausgeprägt, dann ist eine Struktur aus der Luft als Bodenmerkmal nicht sichtbar. Schier verweist an anderer Stelle selbst auf den Umstand, dass die Füllung neolithischer Gruben und Gräben im Gegensatz zu Siedlungen späterer Perioden im Luftbild fast immer eine wesentlich dunklere Färbung aufweist. Dies erklärt er mit einer großflächigen Verbreitung von Schwarzerde im Neolithikum (Schier 1990, 136). Somit hätten latène- und kaiserzeitliche Gruben eine bei Weitem weniger kontrastierende Füllung. Zusätzlich verringert sich der Kontrast, wenn die Strukturen kolluvial überlagert sind. Dies würde erklären, warum man vor allem neolithische Fundstellen als Bodenmerkmal aus der Luft erkennen kann, während die anderer Zeitstufen unterrepräsentiert sind oder sich einer Entdeckung aus der Luft entziehen.

Wie bereits weiter oben erläutert wurde (vgl. S. 179), können gerade von einem nicht allzu hohen Kolluvium bedeckte Strukturen aufgrund von Bewuchsmerkmalen im Luftbild sichtbar werden. Entsprechende Aufnahmen standen Schier aber anscheinend nicht oder nur in geringem Umfang zur Verfügung. Leider ist in seiner Publikation nicht genau aufgelistet, zu welchen Zeiten Befliegungen gemacht wurden, aber von 21 abgebildeten Luftbildern zeigen nur zwei Bewuchsmerkmale – der Rest bildet die Fundorte als Bodenmerkmale ab. In diesem Zusammenhang erscheint auch interessant, dass es sich diesen den beiden Fundorten im Bewuchs um latènezeitliche Viereckschanzen handelt.

Somit scheinen die chronologischen Verzerrungen durch die Luftbildarchäologie auf einem nicht repräsentativen Datensatz an Luftbildern zu beruhen und nicht an der Methode der Luftbildarchäologie. Dies ist umso bedauerlicher, als die Analyse von Wolfram Schier bis heute als Begründung für den weitgehenden Verzicht von Luftbildarchäologie bei ähnlich gearteten Analysen vorgehalten wird (z. B. Posluschny 2001, 17). Luftbilder spielten auch in der Arbeit von Thomas Saile eine untergeordnete Rolle. Nur etwa 6 % der Fundorte stammen aus luftbildarchäologischen Befliegungen (Saile 1998, 34).

Symptomatisch für die Rezeption der Luftbildarchäologie ist seine Aussage, dass Senkrechtaufnahmen „im Allgemeinen für das Erkennen anthropogener archäologischer Strukturen ungeeignet" seien (Saile 1998, 34). Dies stellt aus luftbildarchäologischer Sicht eine Fehleinschätzung dar: Erst durch die systematische Verwendung von Senkrechtaufnahmen wird ein sinnvoller Beitrag der Luftbildarchäologie im Rahmen landschaftsarchäologischer Fragestellungen gewährleistet. Dies findet momentan jedoch nur in Österreich und in wenigen Projekten Großbritanniens statt (Mills 2005; Doneus 1997b; Palmer 2005). In Österreich können wir auf die wohl einzigartige Situation verweisen, dass die Herstellung von Senkrechtaufnahmen aufgrund einer Kooperationsvereinbarung mit dem Bundesministerium für Landesverteidigung gezielt für luftbildarchäologische Zwecke stattfinden kann. Aufgrund dieser Vereinbarung ist es der luftbildarchäologischen Abteilung am Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien möglich, Kopien aller vom in Langenlebarn (NÖ) stationierten Kommando Luftaufklärung des österreichischen Bundesheers gemachten (und für zivile Zwecke freigegebenen) Aufnahmen für wissenschaftliche Zwecke zu reproduzieren und archivie-

ren. Aufgrund der Vereinbarung ist es auch möglich, die Herstellung von Senkrechtaufnahmen unter vorgegebenem Gebiet, Zeitpunkt, Maßstab und Filmart zu ordern. Dieser Umstand garantiert großflächige Dokumentationen, welche sich für archäologische Zwecke hervorragend eignen. Dies konnte in einem Vergleich entlang der March eindrucksvoll bestätigt werden (Doneus 2000).

Es führt also gerade der Umstand fehlender Verwendung von Senkrechtaufnahmen zu einer Abwertung des luftbildarchäologischen Beitrags zur Landschaftsarchäologie (z. B. Cheetham 2008, 575). Diese Thematik wurde auch weiter oben bereits ausführlich diskutiert (vgl. Kapitel 10.4.4.2). Weitere häufig geäußerte Kritikpunkte sind die zahlreichen, die Ausbildung von Sichtbarkeitsmerkmalen beeinflussenden Faktoren sowie die begrenzte Anwendbarkeit der Luftbildarchäologie in kolluvial bedeckten, bewaldeten oder verbauten Gebieten (Cheetham 2008, 574). P. Cheetham erwähnt weiters, dass der Blick von oben insofern problematisch sei, als man erkannte Zusammenhänge nicht auf vergangene Menschen übertragen dürfe (Cheetham 2008, 574). Dies ist nicht von der Hand zu weisen: Erst jüngst konnte anhand von ALS-Daten deutlich vor Augen führen, wie sich das durch ALS vermessene und von oben visualisierte Nutzungsmuster im Bereich einer Klosteranlage vom in Bild- und Schriftquellen dargelegten ideologischen Konzept der Raumaneignung unterscheidet (Doneus et al. 2008b, 151 ff.). Cheetham ist jedoch in seiner Argumentation nicht konsequent, da er eine ähnliche Problematik im Rahmen der GIS-Analysen nicht mehr sieht: GIS biete nämlich den Vorteil, „… to visualize and so to inspect the spatial relationships …“ (Cheetham 2008, 577). Dass dabei ebenfalls ein kartesisches Koordinatensystem mit einem zweidimensionalen synthetisierten „Blick von oben“ verwendet wird, stört dabei nicht mehr.

11.1.5.1 Der landschaftsarchäologische Beitrag Systematischer Luftbildarchäologie

Aufgrund der fehlenden Anwendung systematischer luftbildarchäologischer Prospektion und der bisweilen ablehnenden Haltung sowie den eigenen, positiven Erfahrungen mit der Luftbildarchäologie erschien es geboten, ihren Beitrag zur siedlungs- und landschaftsarchäologischen Erforschung herauszuarbeiten. Dies konnte in den letzten Jahren aufgrund zweier Projekte („Die Kelten im Hinterland von Carnuntum“: Finanzierung durch den Österreichischen Wissenschaftsfonds – FWF P16449-G02; „Der digitale Stadtplan von Carnuntum“: Finanzierung durch das Land Niederösterreich) realisiert werden. Abseits der archäologischen Fragestellungen ging es in beiden Projekten auch um eine Einschätzung des Potenzials der Luftbildarchäologie.

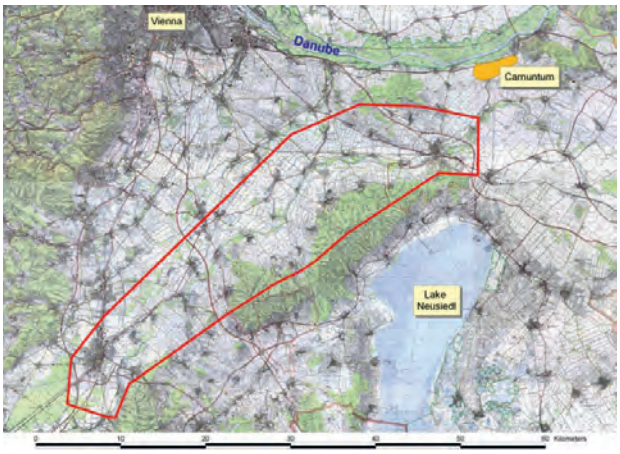


Abb. 134: Das Projektgebiet, etwa 30 Kilometer südöstlich von Wien. Hintergrund: ÖK 1:50.000 (© BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

Großflächige Erfassung archäologischer Strukturen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen

Im ersten Projekt sollte mithilfe der Luftbildarchäologie eine systematische Aufnahme aller Fundstellen innerhalb eines etwa 600 km² großen Gebietes stattfinden und aufgrund der Ergebnisse die Möglichkeiten dieser Prospektionsmethode diskutiert werden.

Als Projektgebiet bot sich ein etwa 30 km südöstlich von Wien gelegener, ca. 10 km breiter Korridor entlang der Leitha zwischen Wr. Neustadt und Bruck/Leitha an (Abb. 134). Die Leitha, welche südlich von Lanzenkirchen durch den Zusammenfluss der Schwarza und der Pitten entsteht, fließt innerhalb des Projektgebietes in nordöstlicher und östlicher Richtung und beschreibt dabei einen Bogen um das südöstlich gelegene Leithagebirge. Der südliche Teil des Projektgebietes ist verhältnismäßig eben und vor allem landwirtschaftlich genutzt, während der nördliche Bereich vom Leithagebirge dominiert wird, welches sich etwa 200 bis 300 m über das Tal der Leitha erhebt, und dessen nördliche Abhänge ebenfalls Teil des Projektgebietes sind. Abgesehen vom großflächig mit Eichen-Hainbuchenwald bestandenen Leithagebirge dominiert auch in diesem Bereich der Ackerbau.

Klimatisch ist dieses Gebiet einer der wärmsten und trockensten Bereiche Österreichs. Der jährliche Niederschlag beläuft sich auf etwa 600 mm. Aufgrund der oft längeren Trockenperioden und der häufigen Winde kommt es zu einer hohen potenziellen Verdunstung (Harflinger, Knees 1999, 129 ff.). Zudem bieten die begleitenden Schotterterrassen aufgrund der raschen Austrocknung des darüber liegenden Bodens für die Luftbildarchäologie die besten Voraussetzungen. Gerade bei einem Mangel an Bodenfeuchte reagieren vor allem Getreidepflanzen rasch auf die verän-

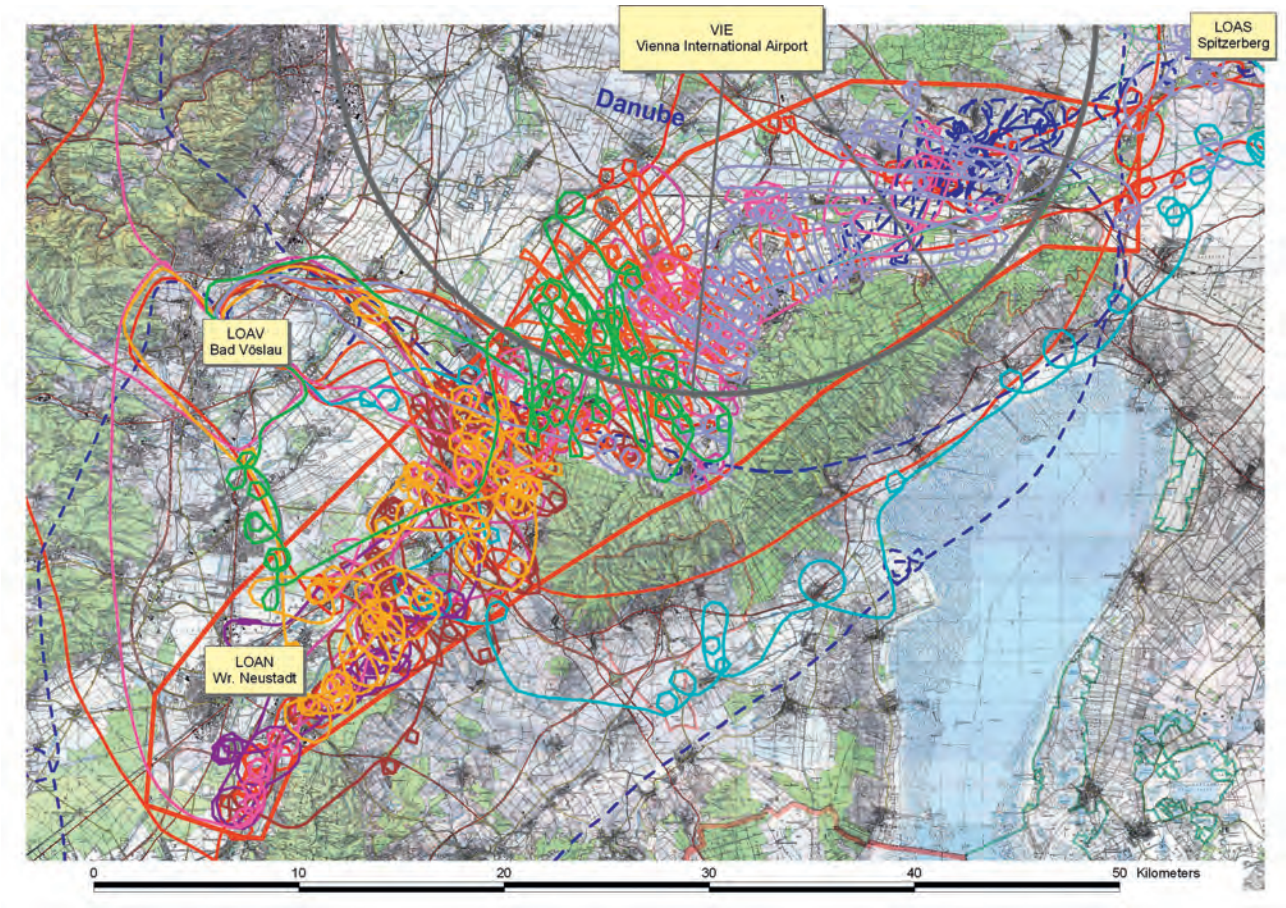


Abb. 135: Die mit einem GPS aufgenommenen Flugwege der Befliegungen aus den Jahren 2003 und 2004 (Grafik: Michael Doneus; Hintergrund: ÖK 1:50.000, © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

derten Wachstumsbedingungen und zeigen in Abhängigkeit von den u. a. durch die archäologischen Strukturen im Erdreich hervorgerufenen lokalen Störungen die sogenannten Bewuchsmerkmale. Im Zuge des zweijährigen Projektes wurde folgende zum Teil iterative Strategie verfolgt:

- Beschaffung der geografischen und archäologischen Datengrundlagen
- Systematische Herstellung von Senkrecht- und Schrägaufnahmen
- Entzerrung und Interpretation der relevanten Luftbilder
- Gezielte Begehung neu erkannter Fundstellen
- Eingabe der Daten in ein GIS-basiertes Archiv

Aufgrund von Kooperationen und Unterstützungen vor allem der Länder Niederösterreich und Burgenland konnte ein breites Spektrum an digitalen Daten des Projektgebietes für das Projekt zur Verfügung gestellt werden: die Österreichische Karte 1:50.000, der digitale Kataster, das digitale Höhenmodell (mit einem Punktabstand von 10 m), Fotokarten mit einer Auflösung von 0.5 m bzw. 0.25 m, die digitale Bodenkarte, eine Grundwasserkarte sowie geologische Karten. Weiters wurden Kopien der Altkartierungen des Projektgebietes (beginnend mit der josefinischen Karte von 1760) angeschafft, zum Großteil digitalisiert und – falls erforderlich – georeferenziert. Durch das Höhenmodell und die Fotokarten war die Möglichkeit gegeben, sämtliche relevanten Luftbilder mit vertretbarem Aufwand digital zu entzerren und in der Folge im GIS zu interpretieren.

Die Daten der bereits vor Projektbeginn bekannten archäologischen Fundstellen wurden uns von der Abteilung für Bodendenkmalpflege des Bundesdenkmalamtes zur Verfügung gestellt (356 lokalisierbare Fundstellen, mit insgesamt 732 funktional-chronologischen Einheiten). Dies war für dieses Projekt die wichtigste Grundlage, da das Potenzial der Luftbildarchäologie zum Auffinden von Fundstellen sonst nicht quantifizierbar wäre. Als Grundlage für die Erfassung der Fundstellen sowie für die Weiterverarbeitung der Daten im GIS diente in diesem Projekt die Datenbank AERLOC des Luftbildarchivs (vgl. Kapitel 10.8). Die Lage einer Fundstelle wird im GIS als Polygon eingegeben, wobei die Umgrenzung – sofern nicht in der



Abb. 136: Ausschnitt des Projektgebietes mit entzerrten Senkrechtaufnahmen und darüber projizierten Fundstellen. Hintergrund: ÖK 1:50.000 (Grafik: Michael Doneus; ÖK: © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

Datenbank anderweitig vermerkt (zum Beispiel, wenn eine Fundstelle allein aufgrund einer Parzellennummer ohne Zusatzinformation bekannt ist) – als die minimale Ausdehnung der Fundstelle interpretiert werden kann. Zusätzlich wurde die gesamte einschlägige Literatur nach weiteren Hinweisen durchsucht und sämtliche Museen des Raumes (Landesmuseen von Niederösterreich und Burgenland, Regionalmuseen von Wr. Neustadt, Pottendorf, Mannersdorf, Bruck) besucht, um zusätzliche Fundstelleninformationen zu erhalten.

Das Gebiet wurde innerhalb von zwei Jahren mehrfach (insgesamt etwas über 35 Flugstunden) beflogen. Die Befliegungen wurden im Juni 2003, 2004 und im Frühjahr und Frühsommer 2005 durchgeführt (Abb. 135). Das Jahr 2003 war extrem trocken und bot daher für die Luftbildarchäologie besonders gute Bedingungen. Deshalb wurde zusätzlich ein Infrarot-Falschfarbenfilm mit 160 Senkrechtaufnahmen des Projektgebietes im Maßstab 1:10.000 vom Kommando Luftaufklärung angefertigt. Weiters wurden gleich zu Projektbeginn sämtliche, den Projektbereich abdeckende Senkrechtaufnahmen (etwa 2.500 Stück) des Luftbildarchivs entwickelt, mittels hoch auflösendem fotogrammetrischem Scanner (Vexcel UltraScan 5000) digitalisiert und – sofern dies nicht bereits der Fall war – in unsere Datenbank übernommen.

Für jede Fundstelle, die sich im Luftbild abzeichnete, wurden die besten Luftbilder (insgesamt etwa 400) ausgewählt und mithilfe fotogrammetrischer Software und AirPhoto in der Version 3.14 entzerrt (Doneus et al. 2007). Die Genauigkeit lag dabei – in Abhängigkeit vom Luftbild (Senkrecht- oder Schrägaufnahme), Geländerelief und der Qualität der Passpunkte – zwischen 0,5 und 2 m.

Die entzerrten Luftbilder wurden in der Folge im GIS (ArcView) interpretiert (Abb. 137). Dabei wurden sämtliche als archäologisch relevant empfundene Merkmale als Polygone umgezeichnet. Zusätzlich zur Zeichnung eines Polygons wurden auch folgende Daten in eine mit den Umzeichnungen verknüpfte Datenbank eingegeben: Interpretation (Graben, Grube, Grab etc.), Struktur (gehört dieses Merkmal zu einer Siedlung, Gräberfeld, unbekannter Struktur etc.), Fundstelle (zu der dieses Merkmal gehört), Luftbild (aus dem Merkmal umgezeichnet wurde), und Bearbeiter.

Die archäologische Interpretation von Luftbildern ist nicht immer eindeutig. Erkannte Merkmale müssen in den meisten Fällen begangen werden, um sie durch vor Ort gemachte Beobachtungen (z. B. an der Oberfläche gelegene Artefakte) zu verifizieren. Die aufgesammelten Funde helfen auch, die im Luftbild erkannten Strukturen zu datieren. Aus diesen beiden Gründen – Verifikation und Datierungsmöglichkeit – wurden sämtliche neu entdeckten potenziellen Fundstellen im Winter 2004/2005 und im Frühjahr 2005 gezielt zum Teil sogar mehrfach begangen. Die Begehungen erfolgten dabei unsystematisch, da intensive oder extensive Feldbegehungen aufgrund der großen Menge an Fundstel-



Abb. 137: Detaillierte Interpretation im GIS (Grafik: Michael Doneus).

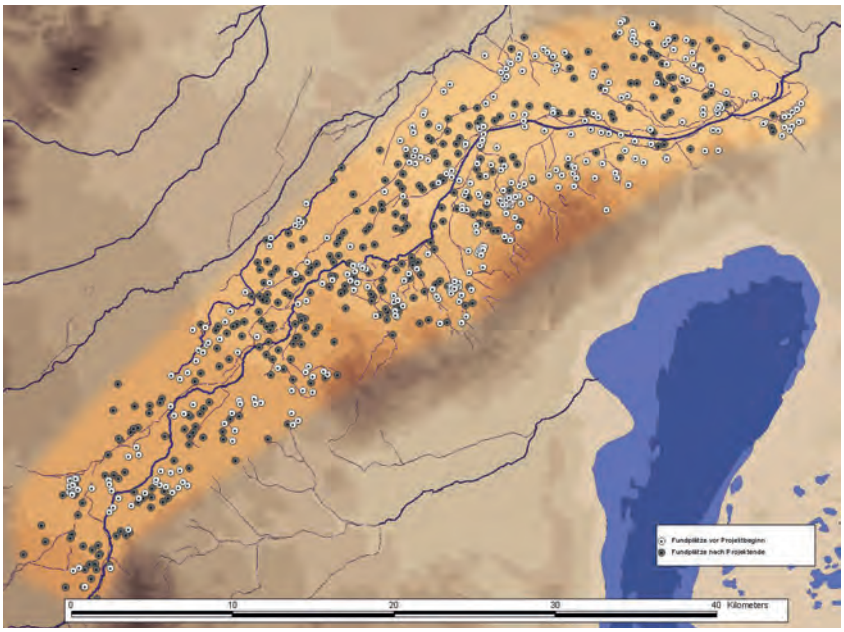


Abb. 138: SRTM-Reliefkarte des Projektgebietes mit sämtlichen Fundstellen. Die dunklen Punkte markieren jene verifizierten Fundstellen, welche luftbildarchäologisch entdeckt werden konnten (Grafik: Martin Fera und Michael Doneus).

len nicht durchführbar waren. Die aufgesammelten Artefakte und Ökofakte wurden gewaschen, beschriftet und einer typologisch-chronologischen Auswertung unterzogen.

Mit Projektende konnte der ursprüngliche Bestand von 371 lokalisierbaren Fundstellen mit 875 funktional-chronologischen Einheiten auf 659, durch Feldbegehungen verifizierte Fundstellen mit insgesamt 1.433 Einheiten erweitert werden (Abb. 138). Dies bedeutet, dass in nur 2 Jahren und 35 Flugstunden das archäologische Inventar dieser Region beinahe verdoppelt werden konnte. Die in der Folge genannten Zahlen beziehen sich auf bereits durch Begehungen verifizierte Fundstellen. Da jedoch auch nach Projektende das Projektgebiet weiterhin im Rahmen der Tätigkeit des Luftbildarchivs beflogen wird, verändern sich die hier vorgestellten Zahlen ständig. An der Grundaussage ändert dies jedoch nichts: Von den insgesamt 659 Fundstellen befinden sich 199 in verbautem Gebiet, in ehemaligen Sandgruben, Steinbrüchen oder im Wald und sind daher vom Luftbild aus nicht mehr bzw. nur schwer auszumachen. Von den restlichen, noch frei in Feldern oder Wiesen zugänglichen 460 Fundstellen konnten 368, oder 80 % zumindest ausschnittsweise im Luftbild dokumentiert werden. Dieses Ergebnis zeigt sehr deutlich, welches Potenzial in einer systematischen luftbildarchäologischen Prospektion einer Region steckt.

Die meisten der durch die Luftbildarchäologie entdeckten und dokumentierten Fundstellen stammen aus Schrägaufnahmen. Dennoch zeigte sich auch die Bedeutung der Senkrechtaufnahmen: Insgesamt konnten 157 Fundstellen, also etwa 25 % sämtlicher archäologischer Bereiche im Projektgebiet auf Senkrechtaufnahmen beobachtet werden. Davon waren 58 Fundstellen neu entdeckt worden.

Was die Repräsentativität der durch die Luftbilder entdeckten Fundstellen betrifft, so kann die Kritik Wolfram Schiers (vgl. S. 248 f.) im Leithagebiet nicht nachvollzogen werden. Ganz im Gegenteil: In Abb. 139 wurde die Verteilung der Zeitstellung jener funktional-chronologischen Einheiten, welche an den durch die Luftbildarchäologie entdeckten bzw. dokumentierten Fundstellen zum Vorschein kamen, der chronologischen Verteilung der vor Projektbeginn bekannten, lokalisierbaren Fundstellen im Projektgebiet gegenübergestellt. Die zur besseren Vergleichbarkeit standardisierten Mengen zeigen eine nahezu identische Verteilung.

Der Erkenntnisgewinn zu den einzelnen Zeitstufen soll anhand der latènezeitlichen und römischen Besiedlung kurz skizziert werden. Bei den latènezeitlichen Fundstellen zeigte sich ein etwas verändertes Verbreitungsmuster: Waren vor Projektbeginn Fundstellen der jüngeren Eisenzeit fast ausschließlich am nördlichen Abhang des Leithagebirges zu finden, so streuen sie nun im gesamten Projektgebiet (Abb. 140). Die Zahl der Fundstellen konnte von 47 auf 69 Nachweise erhöht werden. Ähnlich ist nun auch die Dichte der

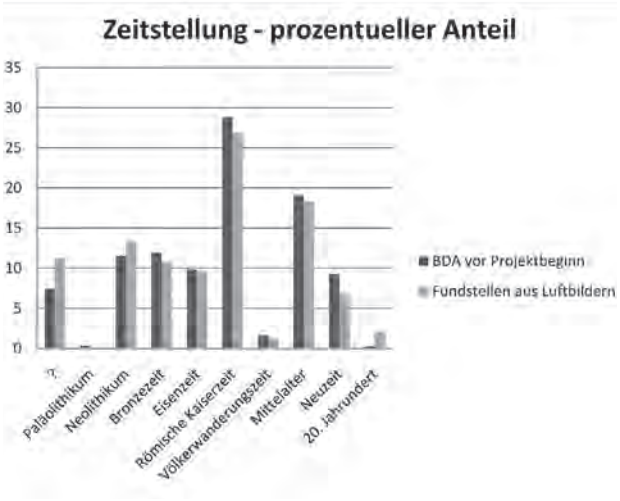


Abb. 139: Gegenüberstellung der Verteilung der Fundstellen vor Projektbeginn und nach Projektende nach archäologischen Zeitabschnitten (© Michael Doneus).

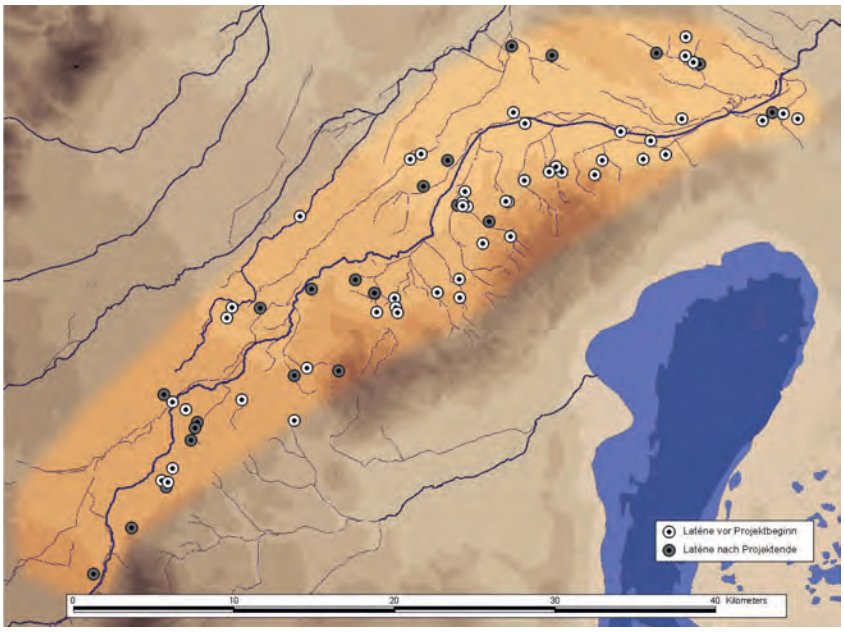


Abb. 140: Höhenkodiertes SRTM-Geländemodell mit Verteilung der latènezeitlichen Fundstellen im Projektgebiet. Weiß: Fundstellen vor Projektbeginn, grau: durch luftbildarchäologische Prospektion entdeckte Fundstellen (Grafik: Martin Fera und Michael Doneus).

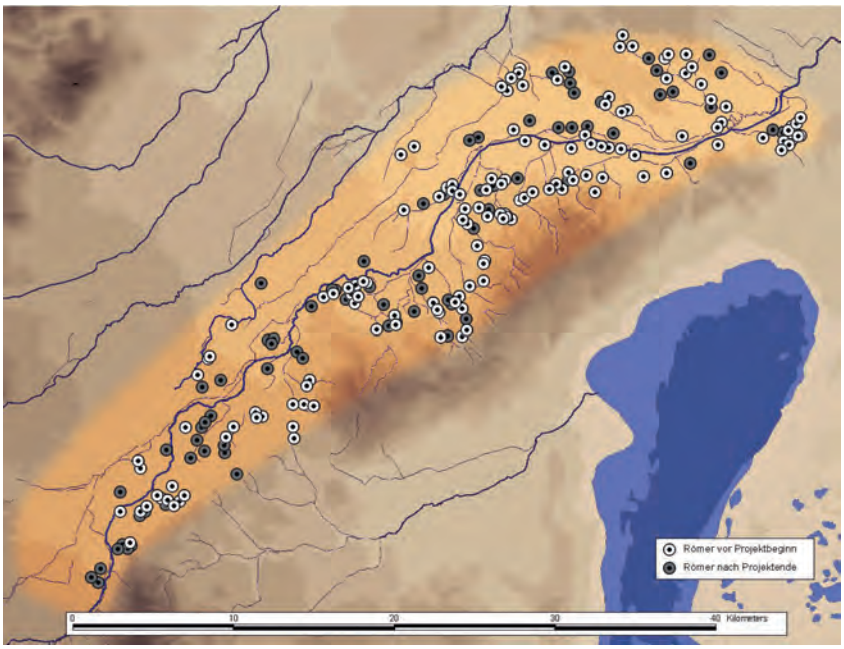


Abb. 141: Höhenkodiertes SRTM-Geländemodell mit Verteilung der römischen Fundstellen im Projektgebiet. Weiß: Fundstellen vor Projektbeginn, grau: durch luftbildarchäologische Prospektion entdeckte Fundstellen (Grafik: Martin Fera und Michael Doneus).

römischen Fundstellen im Projektgebiet weitaus besser verteilt (Abb. 141). Die Zahl der Fundstellen aus der römischen Kaiserzeit stieg von 142 auf 220. Diese Zahlen bezeugen das Potenzial der Luftbildarchäologie, selbst in archäologisch gut erforschten Regionen eine große Zahl zusätzlicher Fundstellen zu entdecken.

Im Sinne einer Landschaftsarchäologie mag dies zwar wünschenswert sein, wichtiger sind jedoch die darüber hinausgehenden Aussagemöglichkeiten. So erhält man mithilfe der Luftbildarchäologie ein viel besseres Verhältnis der Verteilung von Fundstellenkategorien, als dies durch Begehungen allein möglich wäre. Der Grund dafür liegt darin,

dass man bei Begehungen nur Fundstellen entdecken kann, wenn an der Oberfläche Artefakte zum Vorschein kommen. Das Vorhandensein einer Fundstelle und ihre Funktion können erst anhand der unterschiedlichen räumlichen Verteilung und Zusammensetzung des Fundmaterials indirekt erschlossen werden. Demgegenüber zeigen sich Fundstellen im Luftbild aufgrund ihrer Stratifikation, welche aufgrund der gegenüber dem ungestörten Boden veränderten physikalischen und chemischen Eigenschaften des anthropogen abgelagerten Sediments lokale Kontraste erzeugt.

Als Beispiel kann man Bestattungen anführen, konkret zum Beispiel das awarische Gräberfeld von Frohsdorf, welches während einer Befliegung im Jahr 2000 entdeckt worden war (Abb. 142). Während sich im Luftbild etwas über 300 Grabgruben deutlich abzeichneten, konnte man bei mehrfachen Begehungen kein einziges Artefakt aufsammeln. Der Grund dafür liegt in der Tatsache, dass die Bestattungen heute noch bis zu 2 m eingetieft sind (Scharrer-Liška 2006). Bei solchen Fundstellen ist die Luftbildarchäologie die einzige Erfolg versprechende Prospektionsmethode (durch geophysikalische Prospektionsmethoden würden solche Fundstellen natürlich auch erkannt werden; allerdings werden diese momentan noch nicht zur systematischen Prospektion gro-

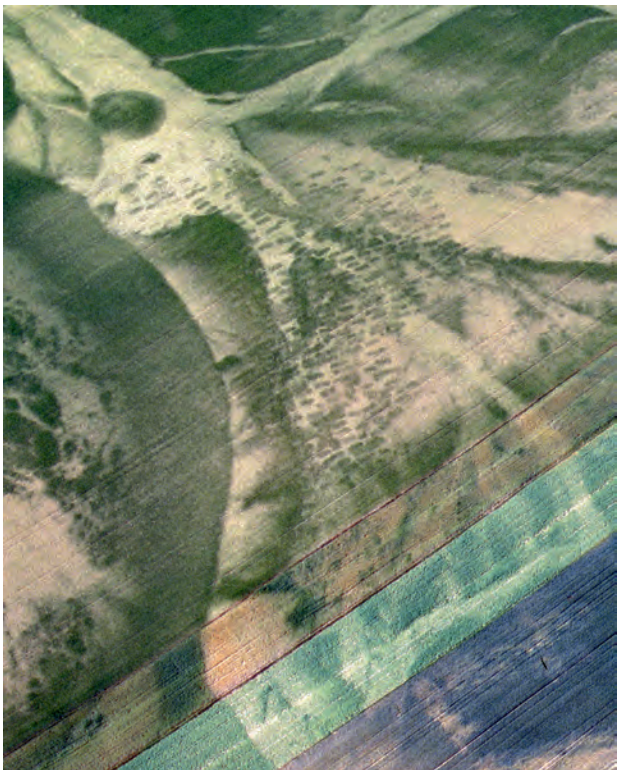


Abb. 142: Frohsdorf, awarisches Gräberfeld (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

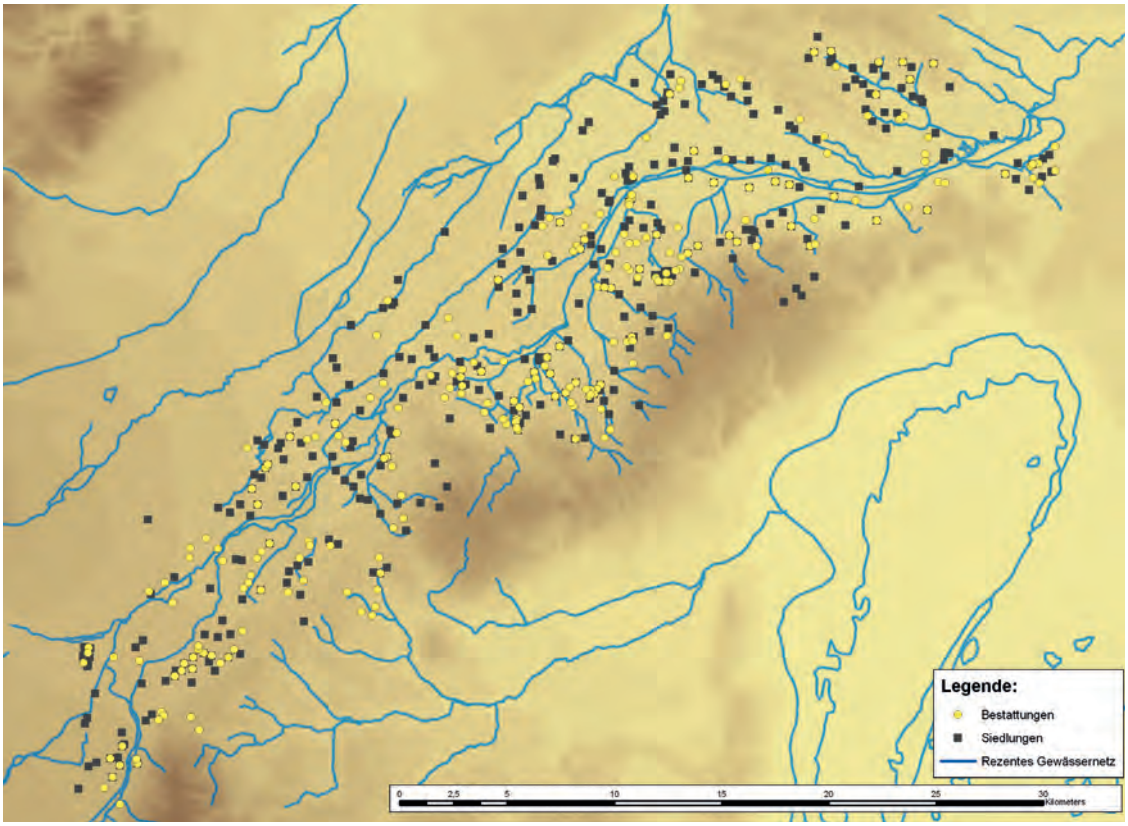


Abb. 143: Höhenkodiertes SRTM-Geländemodell mit Gegenüberstellung der als Siedlung und Bestattungsplatz interpretierten Fundstellen im Projektgebiet (Grafik: Michael Doneus).



Abb. 144: Entzerrtes Luftbild mit ehemaligem Bachlauf, dessen Schotterband sich deutlich im Bewuchs abzeichnet (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

ßer Gebiete eingesetzt). Deutlich kann man dies anhand des hier vorgestellten Projektes erkennen, wo 372 Fundstellen mit Siedlungen 228 Plätzen mit Bestattungen gegenüberstehen, sodass auf 1,6 Siedlungen ein Bestattungsplatz kommt (mehrere Siedlungs- und Bestattungsphasen an ein und derselben Fundstelle wurden nur einmal gezählt – Abb. 143).

Ebenso wichtig erscheint, dass man durch das Luftbild auch ehemalige Flurgrenzen und Straßen großflächig erkennen und kartieren kann. Dasselbe gilt für Merkmale der Landschaft, wie zum Beispiel ehemalige Flussmäander (Abb. 144), Terrassenkanten (Abb. 145), Überschwemmungsebenen, aber auch Drainagen, die auf ehemalige Feuchtgebiete hinweisen. Viele dieser Strukturen lassen sich im Luftbild direkt beobachten und auch zu Plan bringen.

Im Zuge der systematischen Umzeichnung aller archäologisch relevanten Strukturen, welche in den Luftbildern interpretiert werden konnten, wurden in Summe etwas mehr als 20.000 archäologische Merkmale (in der Hauptsache Gruben, Grubenhäuser, Gräber, Mauern, Hausgrundrisse und Gräben) mit einer Genauigkeit zwischen 0,5 und 2 m kartiert. Einige wenige Beispiele sollen hierbei für die Fülle an Information stehen, welche durch die Detailinterpretationen bereitgestellt werden konnte.

Die Umgebung der bereits seit Längerem bekannten römischen Villa von Bruckneudorf, deren Interpretation von der Unterkunft für die Teilnehmer der Kaiserkonferenz von 307 bzw. 308 bis zum temporären Statthalterpalast reichen (Zabehlicky 2004, 322 f.), konnte durch mehrfache Befliegungen bereits detailliert kartiert werden. Abseits der 6,8 Hektar großen Villa (Abb. 146/1) zeigen sich weitere Gebäudereste etwa 800 Meter nördlich davon (Abb. 146/2). Ebenfalls nördlich konnten zahlreiche Grubenhäuser sowie Siedlungsgruben einer etwa zeitgleichen Siedlung mit späteisenzeitlichen und germanischen Komponenten (freundliche Mitteilung des Ausgräbers Mag. Franz Sauer, BDA Wien – Abb. 146/4), sowie ein awarenzeitliches Gräberfeld (Abb. 146/5) interpretiert werden. Diese wurden mittlerweile durch die akute Gefährdung aufgrund eines Autobahnbaus zur Gänze durch das Bundesdenkmalamt ausgegraben.

In der Nähe von Reisenberg liegt an der Terrassenkante zur Leitha eine ausgedehnte Fundstelle mit zahlreichen Siedlungsstrukturen, welche sich während der Begehungen als neolithisch, bronzezeitlich, latènezeitlich und römisch



Abb. 145: Luftbild vom März 1965. Die Terrassenkanten entlang der Leitha und der Piesting zeichnen sich deutlich als helle, lineare Bodenmerkmale ab (© bmlvs/luaufklsta).

herausstellten (Abb. 147, links). Besonders interessant erscheinen die insgesamt sechs quadratischen Umfriedungen mit 10 bis 17 m Seitenlänge, welche von ihrer Größe und Form her den in Roseldorf freigelegten Kultanlagen ähneln (vgl. Holzer 2008; Neubauer 2004, 163, Fig. 3). Es könnte sich hier um eine späteisenzeitliche Siedlung mit Komponenten eines „zentralen Ortes" handeln (vgl. Kapitel 12.1.2.2.1). Interessant erscheint zudem, dass die in diesem Raum erhaltenen Fundstellen der jüngeren Eisenzeit Teil eines mehr oder weniger regelmäßigen Rasters mit Abständen zwischen 1,4 und 1,8 Kilometer zu sein scheinen (Abb. 147, rechts).

In Obereggendorf zeigten sich während mehrerer Befliegungen Bewuchsmerkmale eines wahrscheinlich frühbronzezeitlichen Gräberfeldes mit über 800 umgezeichneten Grabgruben (Abb. 148). Diese Fundstelle ist auch ein gutes Beispiel, welches die mit der Luftbildarchäologie verbundenen Probleme veranschaulicht. Obwohl im größten Bereich die einzelnen Grabgruben deutlich zu erkennen waren, zeigten sich in zwei



Abb. 146: Bruckneudorf: römische Villa (1) mit Grabbauten (3), weitere römische Gebäude (2) spätlatènezeitliche und germanische Siedlungen (4) sowie awarisches Gräberfeld (5) (rot = ausgegrabener Bereich). Hintergrund: aus Luftbildern erzeugtes, höhenkodiertes DGM (Grafik: Michael Doneus).

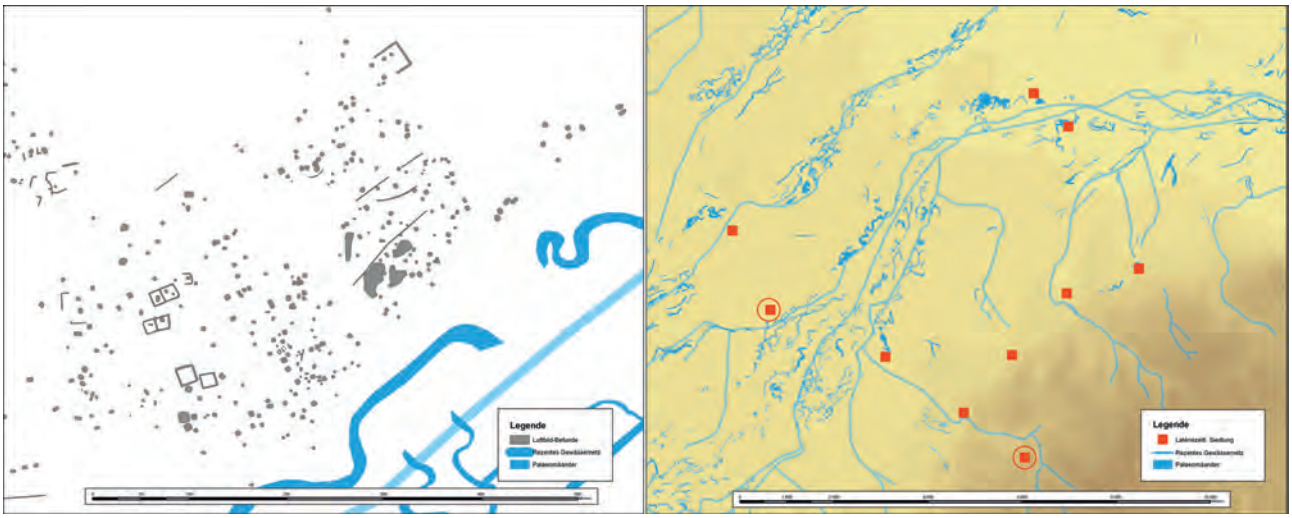


Abb. 147: Links: Reisenberg: Siedlungsstrukturen (Grubenhäuser) sowie mehrere quadratische Anlagen, welche an späteisenzeitliche Heiligtümer erinnern. Rechts: latènezeitliche Siedlungen im Raum Reisenberg – Mannersdorf – Sommerein. Die bekannten Fundstellen könnten Teil eines Siedlungsrasters sein. Die mit einem Kreis markierten Fundstellen haben eine als zentral interpretierbare Komponente (Kultanlage, Höhensiedlung) (Grafik: Michael Doneus; Hintergrund rechts: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

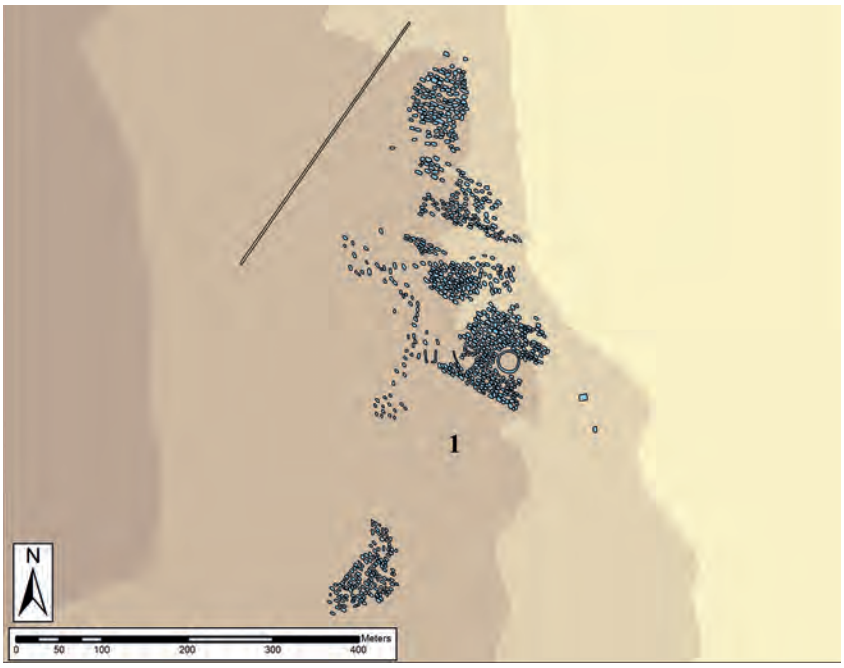


Abb. 148: Obereggendorf: wahrscheinlich frühbronzezeitliches Gräberfeld mit über 800 Bestattungen. (1): Bereich mit Feldfrucht ohne Sichtbarkeitsmerkmale. Hintergrund: aus Luftbildern erzeugtes, höhenkodiertes DGM (Grafik: Michael Doneus).

Feldern aufgrund der dort angebauten Feldfrucht praktisch keine Sichtbarkeitsmerkmale (Abb 148/1). Auch in den durch das abfließende Regenwasser geformten Erosionsrinnen sind keine Grabgruben auszumachen, obwohl diese noch vorhanden sein müssten. Das Gräberfeld formiert sich in seinem zentralen Teil um eine kreisförmige Umfriedung, die – falls es sich tatsächlich um frühbronzezeitliche Gräber handelt – von einem spätneolithischen Grabhügel stammen könnte. Ähnliche Befunde wurden bereits im Rahmen der kulturellen Landschaftsstruktur angesprochen.

Zahlreiche Fundstellen ließen auch detaillierte Einblicke zu, wie dies etwa bei den Hausgrundrissen in Reisenberg deutlich wird (Abb. 149). Diese zeigen eine typische, standardisierte Form, wie sie aus der Lengyelkultur des Mittel- und Spätneolithikums bekannt ist. Dieser Detailreichtum ist jedoch lokal begrenzt. Bereits in nächster Nachbarschaft der sichtbaren Hausgrundrisse ändern sich die Bodenverhältnisse, sodass bislang nur ein räumlich begrenzter Einblick in die neolithische Fundstelle möglich war. Erst zukünftige Befliegungen oder die Anwendung geophysikalischer Methoden werden zeigen, ob und wo sich an dieser Fundstelle noch weitere Hausgrundrisse befinden. Eine geophysikalische Messung würde in solch einem Fall dezitiert Klarheit verschaffen.

Der in Abb. 151 dargestellte Ausschnitt zeigt eine große Fülle an archäologischen Strukturen, welche neben einer römischen Villa und einem ausgedehnten, mehrphasigen Gräberfeld noch zahlreiche, über ein größeres Gebiet streuende Gruben erkennen lässt. Trotz der zahlreichen durch die luftbildarchäologische Interpretation kartierten Strukturen müssten über eine Grobansprache hinausgehende Aussagen jedoch durch zusätzliche Prospektionsmethoden abgesichert, bzw. ermöglicht werden. Wichtig wäre eine intensive, systematische Begehung, um nähere Informationen zur chronologischen Tiefe sowie in der Kombination eine fundierte historische und funktionale Gliederung der erkannten Strukturen zu erhalten.

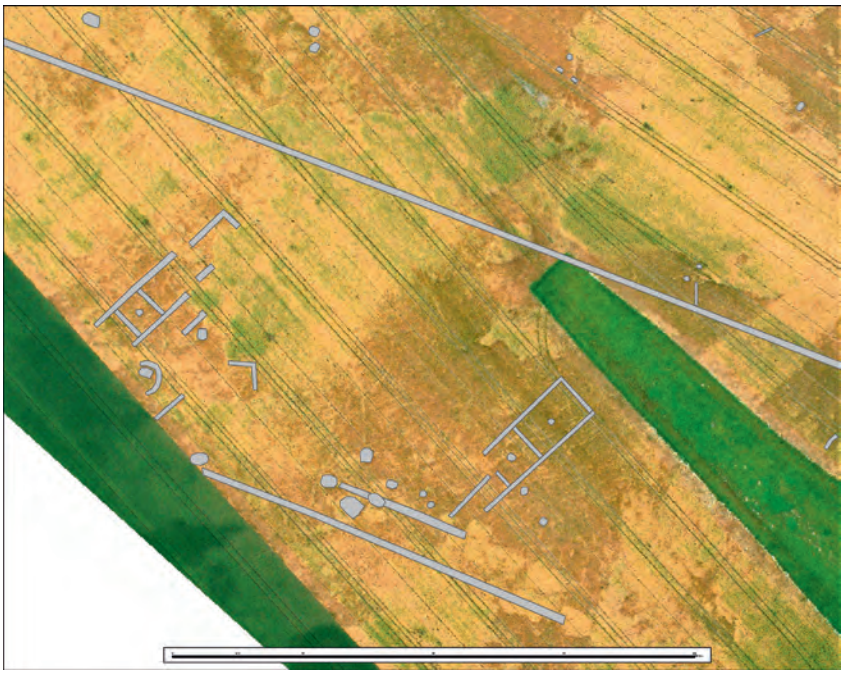


Abb. 149: Reisenberg: Im Bewuchs zeigen sich die Hausgrundrisse von mindestens zwei neolithischen (lengyelzeitlich) Gebäuden (Grafik: Michael Doneus).

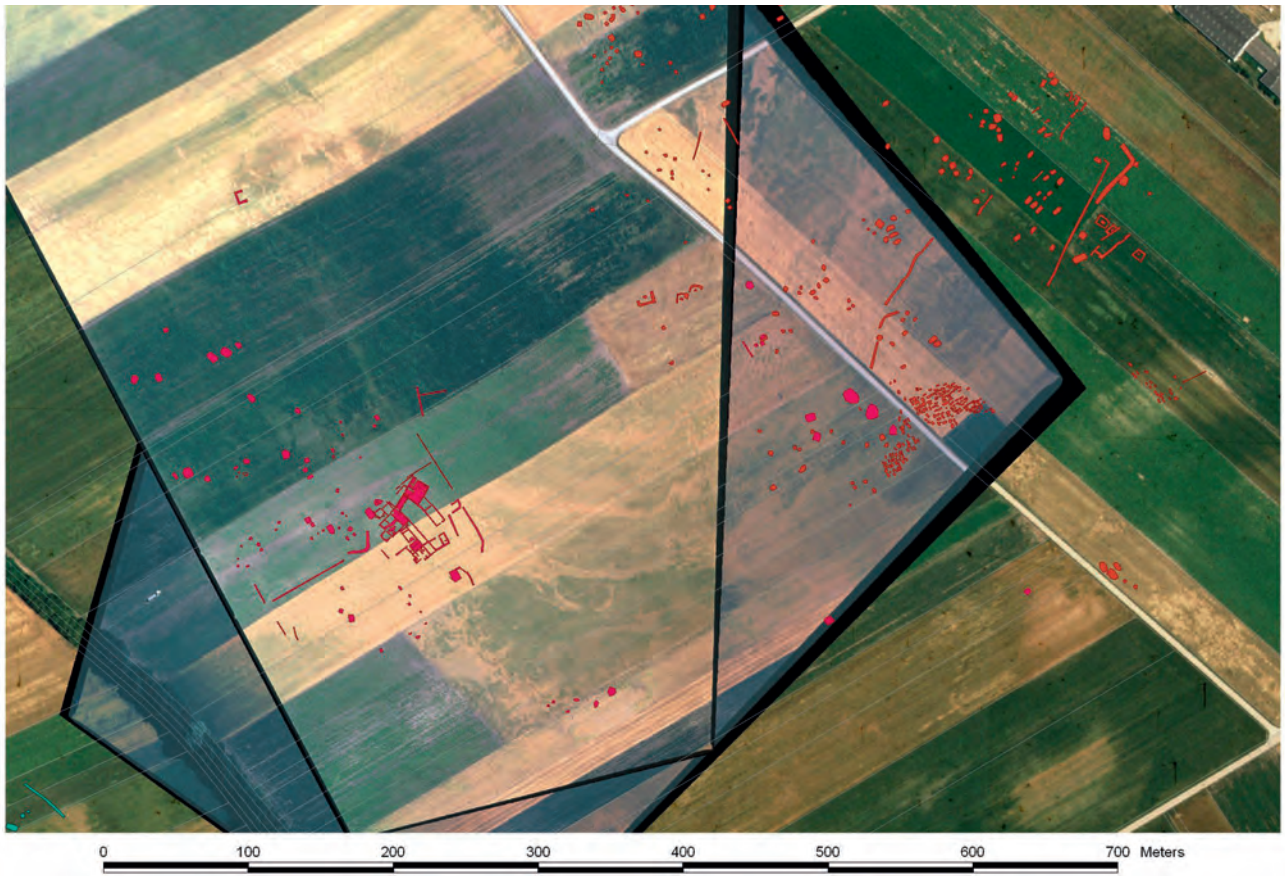


Abb. 150: Ausschnitt aus dem Projektgebiet mit dem Detailplan einer römischen Villa samt zugehörigem Gräberfeld bei Au/Leithagebirge (Grafik: Michael Doneus).

Ein weiterer wichtiger Aspekt dieses Projektes waren die über 12.000 landschaftsbezogenen Merkmale (z.B. Drainagen, Paläomäander etc.), welche zusätzlich zu den archäologischen Merkmalen in der gleichen Genauigkeit vor allem aus Senkrechtaufnahmen umgezeichnet werden konnten. Mithilfe der gezeichneten Strukturen sowie geologischer und pedologischer Karten konnten Überschwemmungsebenen, feuchte Gebiete, diverse Terrassen und andere geomorphologische Bereiche abgegrenzt werden, die auch für die archäologische Interpretation wichtig waren (Abb. 151). Zusammen mit den bereits vor Projektbeginn bekannten Daten und den Datierungen aus den Feldbegehungen konnte somit eine detaillierte archäologische Karte des 600 km² großen Gebietes hergestellt werden. Dadurch wird eine

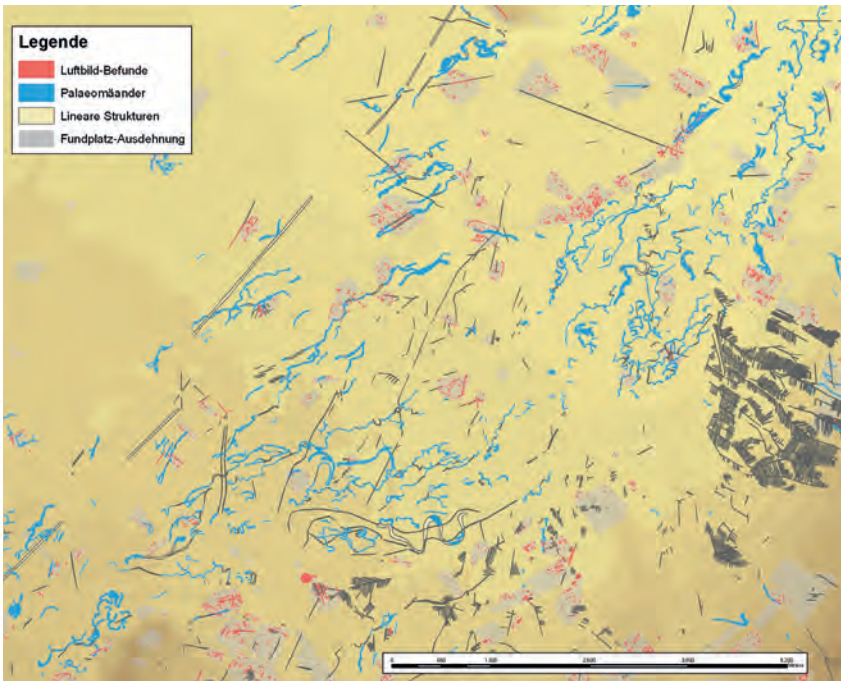


Abb. 151: Ausschnitt des Projektgebietes mit Fundstellen und Paläomäandern (Grafik: Michael Doneus; Hintergrund: höhenkodiertes SRTM-Geländemodell).



Abb. 152: Überblick über die Landschaft von Carnuntum. Der Bereich der römischen Metropole erstreckt sich vom Bildvordergrund bis zu dem sich im Hintergrund noch schwach abzeichnenden Steinbruch des Pfaffenberges (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

landschaftsarchäologische Interpretation auf unterschiedlichen Maßstabsebenen – von Mikro bis Makro – möglich.

Der luftbildarchäologische Stadtplan von Carnuntum

Im zweiten hier vorgestellten Projekt ging es um die systematische, detaillierte Kartierung sämtlicher im Luftbild zu erkennender archäologisch relevanter Strukturen von Carnuntum, der ehemaligen römischen Hauptstadt der Provinz Pannonien. Die Landschaft von Carnuntum, etwa 45 km östlich von Wien gelegen, ist durch die Donau, ihre Schotterterrassen und die von ihr durchschnittenen Vorläufer der Karpaten charakterisiert. Als ehemalige Hauptstadt hatte Carnuntum während der ersten vier nachchristlichen Jahrhunderte große Bedeutung. Für den Luftbildarchäologen ist Carnuntum fast immer ein Erfolg versprechendes Ziel. Die römischen Überreste erstrecken sich heute über ein Gebiet von über 5 km². Davon sind etwa 4 km² unbebautes Gelände, das zum größten Teil landwirtschaftlich genutzt wird (Abb. 152).

Seit über 150 Jahren wird das Gebiet von Carnuntum archäologisch erforscht. Von Beginn an widmete man sich besonders der Grabungstätigkeit; vor allem zwischen 1877 und 1917 waren größere Flächen ausgegraben worden als in dem seither vergangenen Jahrhundert (Jobst 1983, 23). Während des 19. Jahrhunderts wurde Carnuntum aufgrund des guten Erhaltungszustandes der römischen Ruinen als das "Pompeji vor den Toren Wiens" bezeichnet. Mittlerweile hat sich die Situation jedoch drastisch geändert. Das archäologische Erbe hat während der letzten Dekaden schwere Schäden davongetragen.

Ein Ziel der Archäologie im Raum Carnuntum war es daher, einen Gesamtplan der archäologisch relevanten Strukturen aufbauend auf den heute zur Verfügung stehenden Informationen zu erstellen. Dabei erschien es vernünftig, von einer systematischen Kartierung der bislang gemachten Luftbilder auszugehen, um zu einem Überblick der gesamten antiken Stadt und ihres Umfeldes zu gelangen. Nachdem es lange Zeit nicht möglich schien,



Abb. 153: Schrägaufnahme vom 28. April 1939, die das Legionslager zeigt. Wall und innere Bebauungsstruktur sind deutlich zu erkennen (Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 154: Das Feld vor dem Amphitheater I des Legionslagers weist zahlreiche, durch Bewuchsmerkmale sichtbare archäologische Strukturen auf. Die Hauptstraße, unterbrochen durch mehrere Gräben, führt auf das Amphitheater zu. An beiden Seiten zweigen schmale Straßen rechtwinkelig ab. Zwischen den Straßen sind einige Gebäude zu erkennen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 155: Zu sehen ist der Bereich des bereits zur Hälfte verbauten Auxiliarkastells am Ortsrand von Petronell. Im Vordergrund sind deutlich die beiden parallel verlaufenden Lagergräben zu sehen, die in einem gerundeten Eck rechtwinkelig abbiegen (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

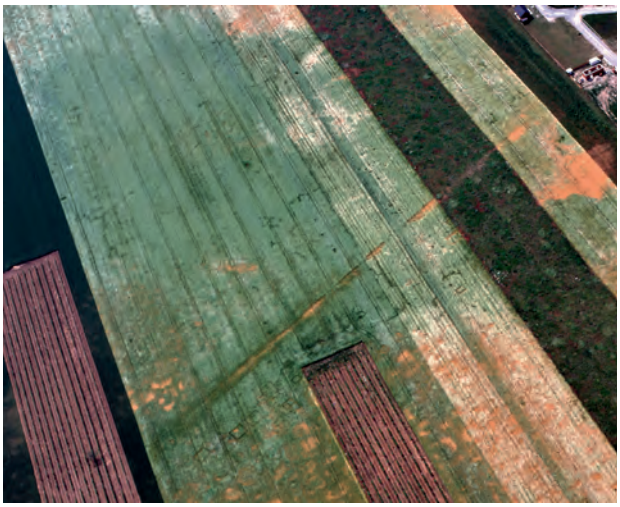


Abb. 156: Teilstück der römischen Straße Carnuntum-Scarbantia, welche vom Militärlager nach Süden in Richtung Bruck an der Leitha führt. Neben der Straße finden sich zahlreiche quadratische und runde Fundamente römischer Grabbauten (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).



Abb. 157: Ausschnitt der Canabae legionis südlich des Militärkastells. Straßensystem und Bebauung zeichnen sich deutlich ab (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

die dafür notwendigen finanziellen Mittel aufzubringen, konnte in den Jahren 2007 und 2008 aufgrund einer Kooperation mit dem niederösterreichischen Landesmuseum eine systematische Kartierung durchgeführt werden.

Das Luftbildarchiv des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität Wien besitzt über 1.500 Fotos aus dem Raum von Carnuntum. Die ältesten Luftaufnahmen stammen aus den späten 30er Jahren des 20. Jahrhunderts (Abb. 153). Erich Swoboda, Ausgräber der Ruinen im sog. Spaziergarten und an der Palastruine (Friesinger, Krinzinger 1997, 15) nutzte zu dieser Zeit als ehemaliges Mitglied der Luftwaffe seine Kontakte zum Militär, um Luftbilder über Carnuntum anfertigen zu lassen. Eines dieser Bilder, aufgenommen am 28. April 1939, zeigt das Legionslager. Sowohl die umgebenden Mauern wie auch die Innenbebauung sind darauf klar zu erkennen.

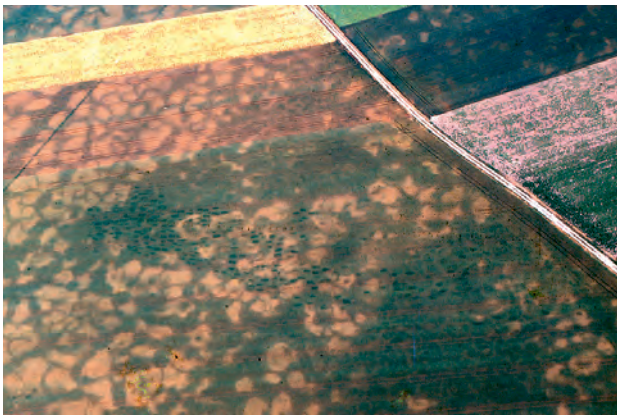


Abb. 158: Etwas außerhalb der Canabae gelegenes Gräberfeld, welches trotz des den Hintergrund formenden Eiskeilnetzes deutlich zu erkennen ist (© Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien).

Der Hauptteil der Luftbilder stammt jedoch aus den Jahren nach 1960, als eine systematische luftbildarchäologische Prospektion durch die Gründung eines Luftbildreferates innerhalb der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Ur- und Frühgeschichte (der heutigen ÖGUF) ermöglicht wurde. Bei den vorhandenen Bildern handelt es sich um Senkrecht- und Schrägaufnahmen. Ein paar Beispiele vom Sommer 1998 sollen hier stellvertretend für die vielen anderen Schrägaufnahmen der letzten Jahre gezeigt werden. So beinhaltet Abb. 154 den Bereich westlich des militärischen Amphitheaters I. Deutlich ist die Limesstraße zu erkennen, die vom Legionslager kommend den Südrand des Amphitheaters streift und weiter, parallel zur heutigen Straße Richtung Bad Deutsch Altenburg führt. An mehreren Stellen ist sie von Kanälen durchbrochen. Zu beiden Seiten führen Nebenstraßen weg, an denen sich ein Gebäude an das andere reiht. Abb. 155 zeigt das bereits zur Hälfte verbaute Auxiliarkastell am Ortsrand von Petronell. Im Vordergrund sind deutlich die beiden parallel verlaufenden Lagergräben zu sehen, die in einem gerundeten Eck rechtwinkelig abbiegen. Im Hintergrund ist in der Ortschaft eine Notbergung durch das Österreichische Archäologische Institut im Gange. Andere Bilder zeigen die Gräberstraße (Abb. 156), verbaute Bereiche (Abb. 157) oder in der Nähe gelegene Gräberfelder (Abb. 158).

Die ursprünglichen Arbeiten hatten bereits im Herbst 1995 begonnen, konnten jedoch aus Mangel an Finanzierungsmitteln nur sporadisch durchgeführt werden. Erst in den Jahren 2007 und 2008 konnte die systematische Luftbildauswertung wieder aufgenommen und zu einem vorläufigen Ende gebracht werden.

Um den Landschaftsveränderungen seit den späten 1970er Jahren gerecht zu werden (Abb. 159), wurden jeweils ein Block von Senkrechtaufnahmen aus den Jahren 1976 und 1998 mit einer Genauigkeit von etwa 0,5 m in Lage und Höhe entzerrt. Die resultierenden Orthofotos dienten in der Folge als Grundlage für die Entzerrung der Schrägaufnahmen: Die dafür benötigten Passpunkte (mindestens 4 pro Bild) wurden sekundär aus ihnen heraus gemessen. Abhängig von der verwendeten Kamera, Bildmaßstab, Verteilung der Passpunkte im Bild und Qualität der Passpunktvermessung liegt die Genauigkeit der Berechnungen zwischen 0,5 m und 1,5 m, meist jedoch um 0,5 m bis 1 m. Die Berechnungen wurden zum Großteil an einem PC mittels der Software Leica Photogrammetry Suite durchgeführt, welche in ERDAS Imagine integriert ist. Die entzerrten Luftbilder wurden in der Folge im GIS (ArcView) interpretiert (Abb. 160).

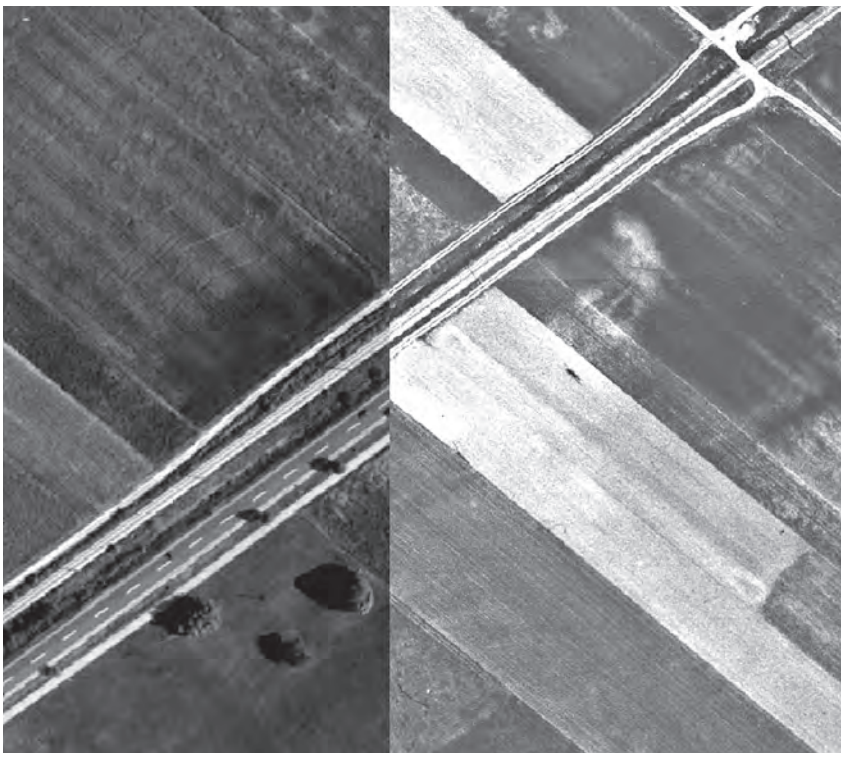


Abb. 159: Ausschnitt einer Arbeitssitzung im GIS. Das obere Orthofoto aus dem Jahr 1998 wird zur Seite gewischt – es zeigt sich das darunterliegende entzerrte Bild von 1968. Auf diese Weise lassen sich z. B. Landschaftsveränderungen sowie die geometrische Genauigkeit der Entzerrung leicht überprüfen (© bmlvs/luaufklsta).

Die Interpretation gestaltete sich in Carnuntum als besonders zeitaufwendig. Der Grund dafür lag in der oftmals mehrfachen Abdeckung der zu interpretierenden Bereiche durch Senkrecht- und Schrägaufnahmen aus mehreren Jahren. Diese waren Vermittler unterschiedlichster Informationen. Praktisch kein Bild zeigte alle Details der materiellen Hinterlassenschaft. Erst eine detaillierte Umzeichnung aller Bilder, mit jeweiliger Einbindung neuer Details und gegebenenfalls einer Re-Interpretation bereits zuvor umgezeichneter Bildinhalte ermöglichte es, einzelne Stadtteile aus den zahlreichen Mauerzügen herauszuarbeiten, in einzelne Gebäudebereiche aufzugliedern und die Struktur des römischen Carnuntum zu verstehen.

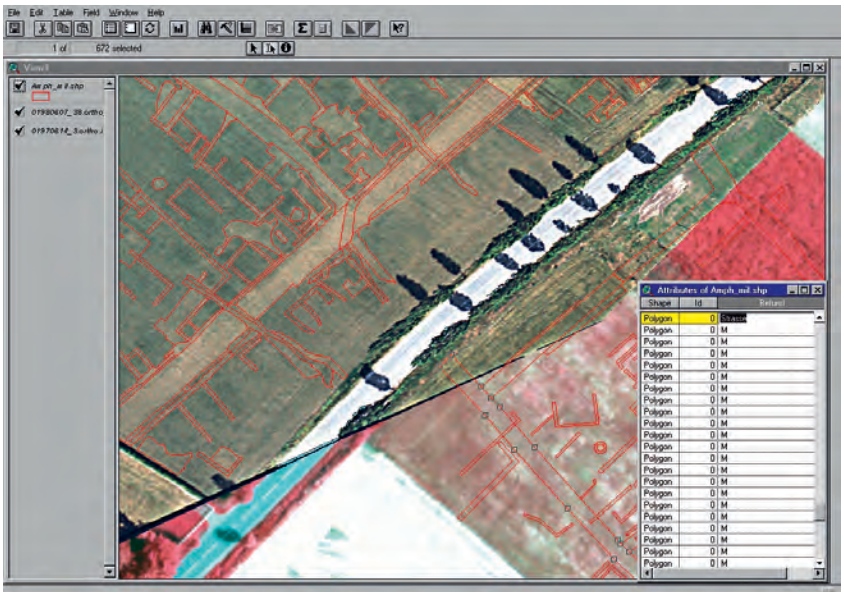


Abb. 160: Detailinterpretation eines Bereiches der Canabae legionis; neben der Umzeichnung aller als relevant interpretierten Strukturen, werden Daten zu deren Interpretation mit eingegeben (Grafik: Michael Doneus).

Eine ausführliche Beschreibung der kartierten Strukturen ist nicht Thema dieser Arbeit. Vielmehr geht es darum, zu zeigen, welche Fülle an Details sich in luftbildarchäologischen Daten über große Flächen offenbaren kann. Die folgenden Abbildungen liefern jedoch einen guten Eindruck zu der großen Vielfalt der archäologischen Strukturen und ihrer Detailgenauigkeit (Abb. 161 bis Abb. 165). Teilbereiche wurden bereits publiziert (Doneus et al. 2013; Doneus, Gugl 2007; Kandler et al. 2001).



Abb. 161: Carnuntum – Gesamtdarstellung der Luftbildinterpretation auf Basis des Geländemodells (Grafik: Michael Doneus; Geländemodell: © Land Niederösterreich).

Der Bereich um das Legionslager bis in eine Distanz von etwa 150 m ist verhältnismäßig fundarm. Ansonsten sind im gesamten Bereich der Canabae legionis Straßen, Gebäude, Kanäle, Gruben und etwas außerhalb auch Bestattungen zu finden. Interessant scheint vor allem, dass sich bereits während der detaillierten Luftbildinterpretation – die Interpretationen erfolgten durch Mag. Ulrike Fornwagner (Bereich der Zivilstadt) und Dr. Nives Doneus (Canabae). Die Entzerrungen der Luftbilder erfolgten durch Mag. Catharina Scharf – mindestens zwei etwas unterschiedlich orientierte Straßensysteme herauskristallisierten (Abb. 162). Diese könnten mit den Hauptachsen des Legionslagers konform gehen, die bei einem Umbau offensichtlich ebenfalls verändert wurden (Gugl, Kastler 2007, 405 f.).

Westlich des Legionslagers konnten aus dem Luftbild teilweise die



Abb. 162: Carnuntum – westliche Canabae legionis: Deutlich zeichnen sich zwei unterschiedliche Orientierungen des Straßensystems an; dargestellt in Schwarz und Hellgrau (Grafik: Michael Doneus).

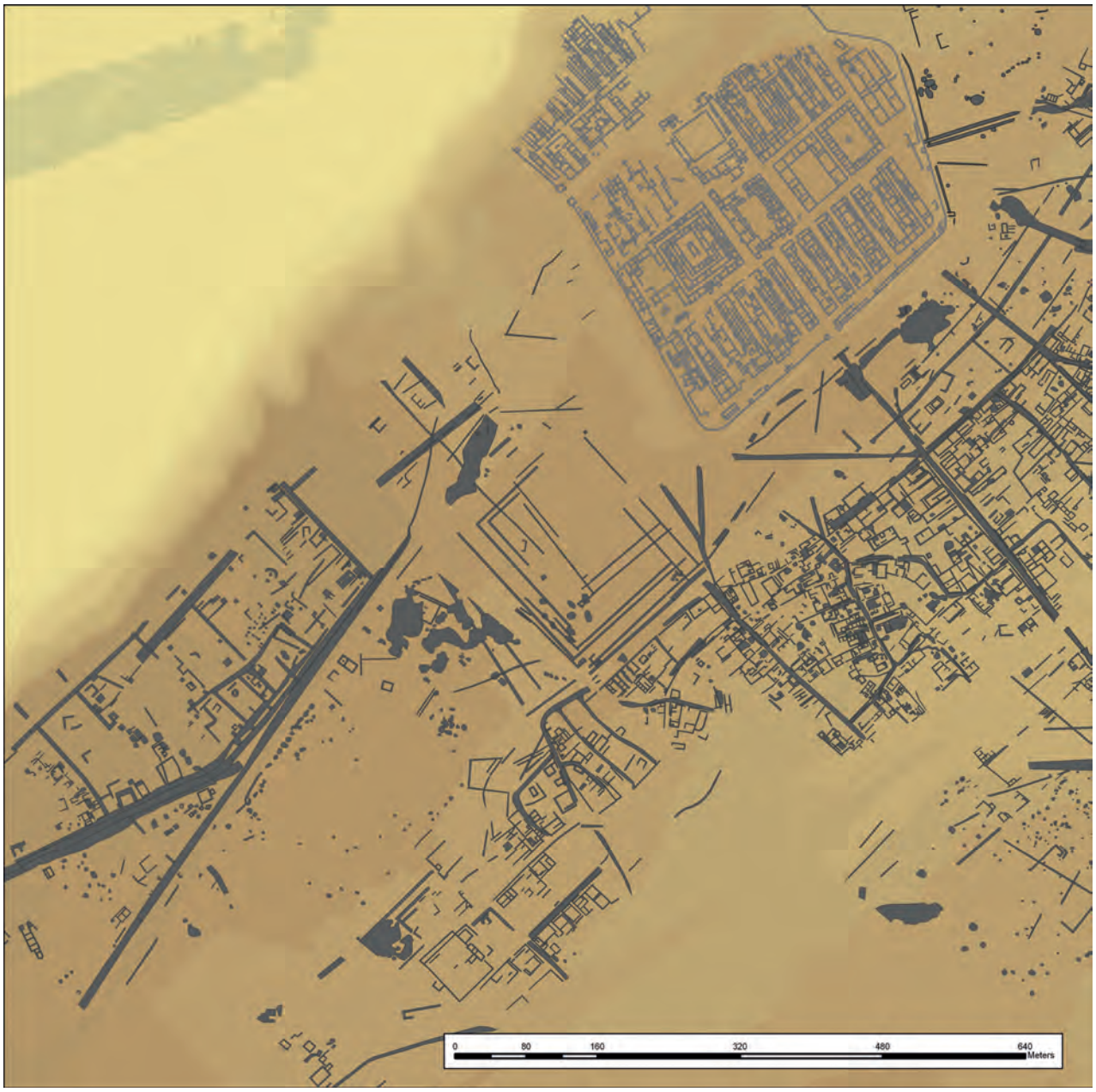


Abb. 163: Carnuntum – Luftbildinterpretation der Canabae legionis West (Grafik: Michael Doneus).

Umfassungsmauern des als Forum interpretierten Areales kartiert werden (vgl. Jobst 1983, 99). Deutlich sind auch aus dem Luftbild die beiden Phasen anhand der sich überschneidenden Mauerzüge zu erkennen. Das Forum (oder besser: die beiden Fora) ist zwar nicht zur Gänze sichtbar, die kartierten Teilbereiche reichten aber aus, um den Grabungsplan dieses Bereiches in den Gesamtplan einzupassen. Der Bereich westlich des Legionslagers war bis zum Ortsrand von Petronell, wo sich das Auxiliarkastell befand, dicht verbaut. Vor allem der Bereich südlich der Gräberstraße zeigt in den Luftbildern zahlreiche Gebäudereste, wobei sich jedoch bislang noch kein allzu detailliertes Bild ergab. Nördlich der Gräberstraße zeigten sich, abgesehen von einigen Grabbauten, in den Luftbildern kaum Spuren einer Besiedlung. Erst zur heutigen Umfahrungsstraße hin sind Reste großer Gebäudekomplexe zu erkennen (Abb. 163).

Innerhalb der Zivilstadt ist nur ein verhältnismäßig kleiner Bereich im Südosten luftbildarchäologisch kartierbar (Abb. 164). Neben der massiven Stadtmauer ist das Straßensystem gut zu erkennen. Außerhalb der Stadtmauer liegt das Amphitheater. Im direkten Umfeld konnten zahlreiche Gebäudestrukturen, welche bereits seit längerer Zeit aus

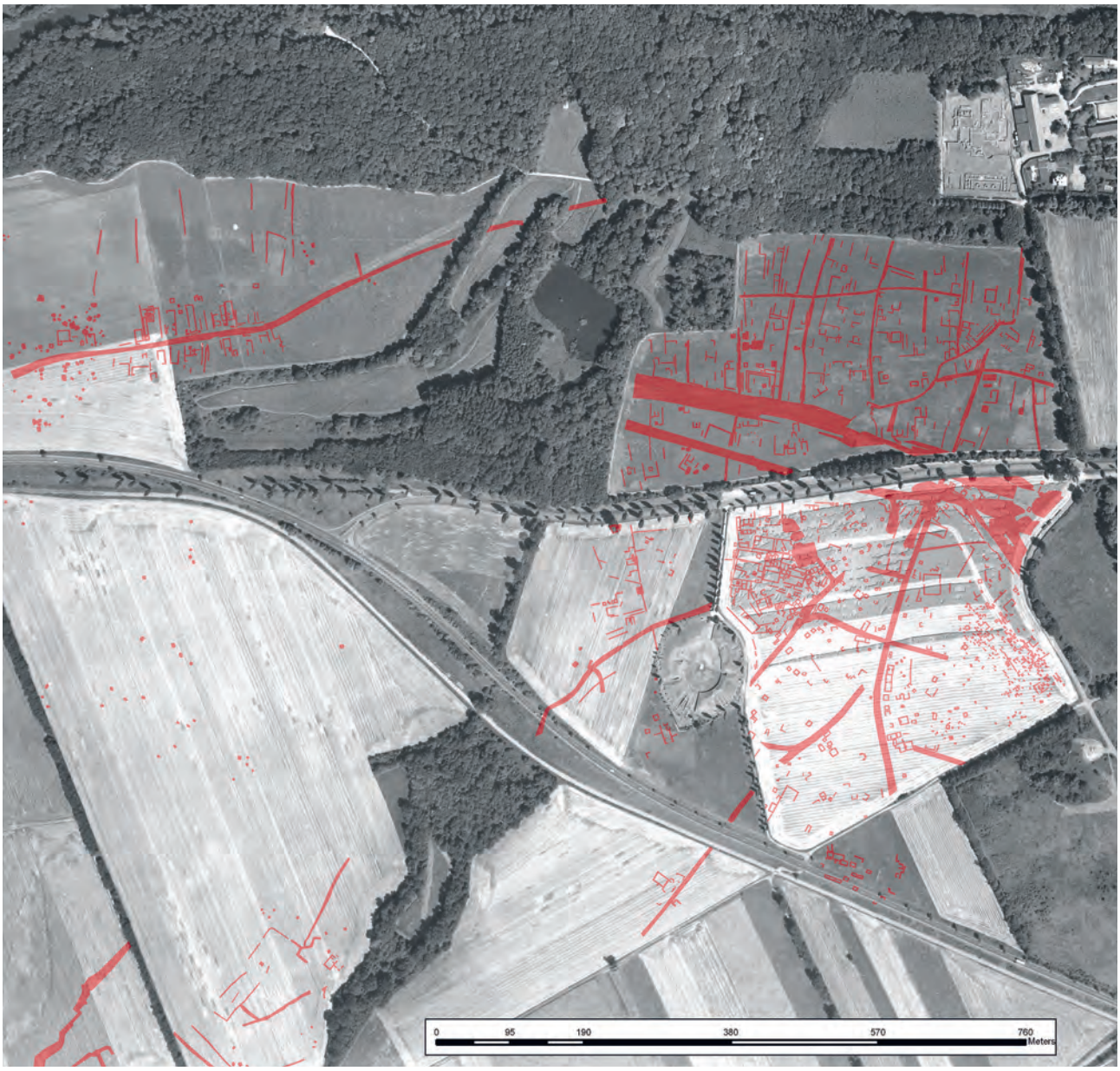


Abb. 164: Ausschnitt aus der Zivilstadt von Carnuntum (Grafik: Michael Doneus; Luftbild: © bmlvs/luaufklsta).

den Luftbildern bekannten waren (Vorbeck, Beckel 1973, 103, Abb. 71; Schedivy 1986), kartiert werden. Interessant scheint die Tatsache, dass sich einige der Gebäude mit manchen Grabanlagen des östlich davon liegenden Gräberfeldes überschneiden, also nicht zeitgleich sind. Westlich des Amphitheaters konnten von uns bei Befliegungen im Jahr 1998 erstmals Gebäudereste dokumentiert werden. Diese Mauern könnten zu den von E. Swoboda bereits 1941 gefunden Resten eines großen Gebäudes gehören (vgl. Schedivy 1986, 111, Fußnote 1). Mittlerweile konnten die Strukturen durch großflächige geophysikalische Messungen des Ludwig Boltzmann Instituts für Archäologische Prospektion und Virtuelle Archäologie als Ludus (Gladiatorenschule) interpretiert werden (http://www.carnuntum.co.at/gladiatorenschule-in-carnuntum <22. Juni 2012>).

11.1.5.2 Fazit – Luftbildarchäologie und Landschaftsarchäologie

Die Kartierung der Strukturen aus Luftbildern über derart große Gebiete, wie sie soeben vorgestellt wurden, zeigt das Potenzial aber auch die Grenzen der Luftbildarchäologie deutlich auf. Luftbildarchäologie ist viel mehr als das „bloße" Auffinden von Fundstellen oder eine Ergänzung zur Verbreitungskarte. Sie kann den Archäologen

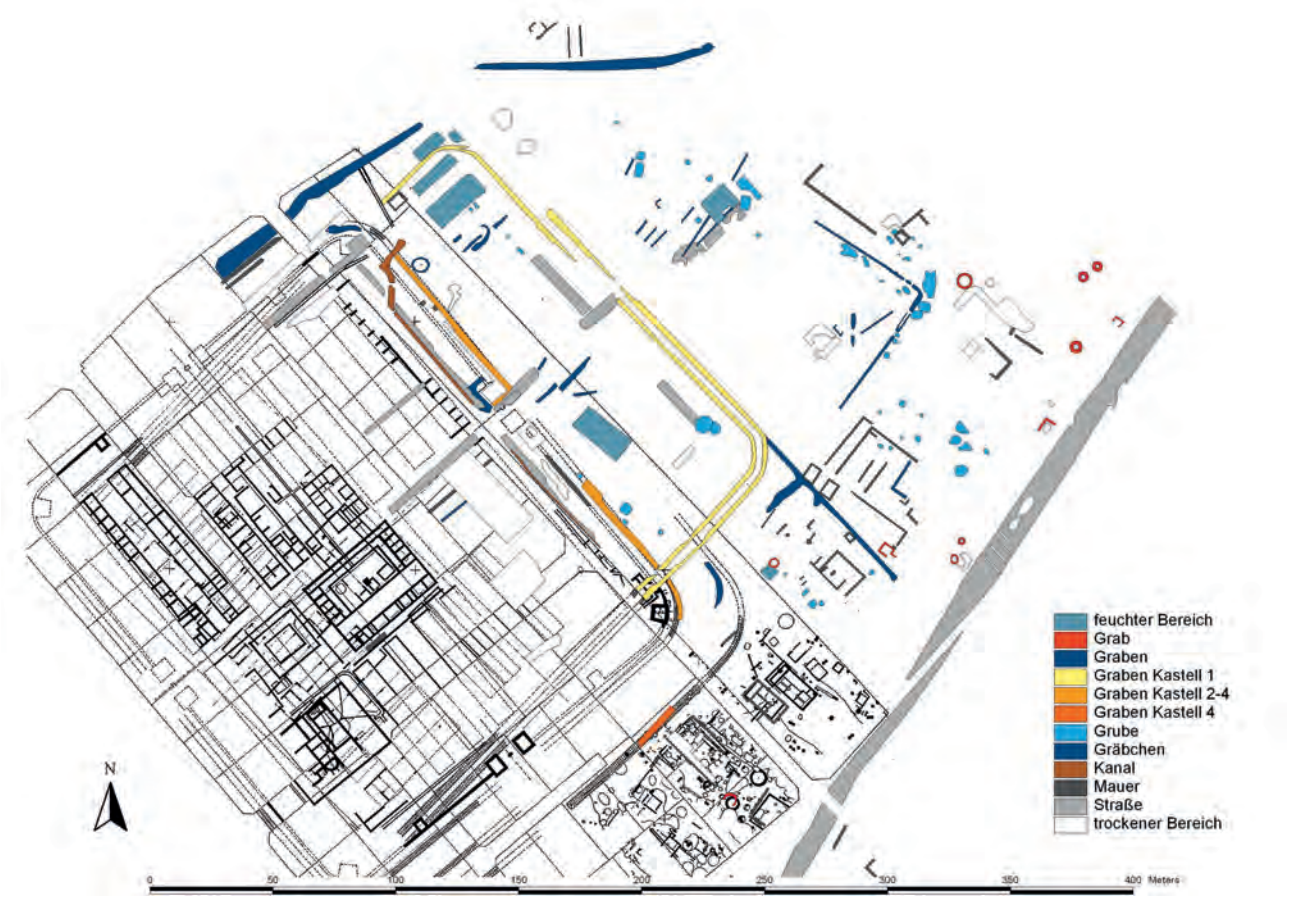


Abb. 165: Kombinierter Grabungsplan (aus KANDLER 1997) und Luftbildinterpretation des Auxiliarkastells (Grafik: Michael Doneus).

detaillierte Einblicke in selbst subtile Strukturen der materiellen Hinterlassenschaft geben. Die luftbildarchäologische Detailinterpretation von Carnuntum zeigt in aller Deutlichkeit, was allein mit dieser Methode erreichbar ist. Die detaillierten Pläne mit in den meisten Fällen zwischen 0,5 und 1 m Lagegenauigkeit zeigen eine sich über große Flächen erstreckende archäologische Landschaft in all ihren Einzelheiten. Sicherlich lassen sich durch die geophysikalische Prospektion und systematische intensive Feldbegehungen weitere wichtige Informationen addieren, aber aufgrund der luftbildarchäologischen Arbeiten besteht nun ein Plan, welcher eine Grundlage für sämtliche weiteren archäologischen und denkmalpflegerischen Arbeiten in diesem Raum darstellt.

Archäologische Fragestellungen aber auch Untersuchungen zu Erhaltung, Bedeutung und Notwendigkeit einer Unterschutzstellung können auf dieser Basis erstmals aufgrund sichtbarer Strukturen durchgeführt werden. So konnte aufgrund der Luftbildbefunde im Bereich des Auxiliarkastells die Ostfront des ältesten Lagers kartiert und in die bisherigen Grabungspläne eingebunden werden, was für die Archäologen vor Ort von großer Bedeutung war (KANDLER et al. 2001, 129) (Abb. 165).

Um auf die kritischen Bemerkungen Paul Cheethams aber auch anderer Kollegen zurückzukommen, so scheinen die Kritiker das größte Potenzial der Luftbildarchäologie zu unterschätzen: Sie ist die einzige Prospektionsmethode, welche mit vertretbarem Aufwand archäologisch relevante Strukturen – vom Pfostenloch bis zum prähistorischen Flusssystem – großflächig erfassen kann, und zwar mit verhältnismäßig geringem Aufwand: Die hier dargestellten Ergebnisse wurden im Fall des 600 km² großen Gebietes von vier ProjektmitarbeiterInnen (Martin Fera (Luftbildentzerrungen, Leitung der Begehungen), Dr. Monika Griebl (Recherche, Datenbank), Mag. Ulrike Fornwagner (Interpretation), Dr. Christine Zingerle (Interpretation)) – drei davon halbtags – sowie dem Projektleiter in nur 2 Jahren erzielt. Die Auswertung von Carnuntum erfolgte durch drei Mitarbeiterinnen, welche für die Arbeiten in Summe ein Ein-Personen-Jahr benötigten.

Bei der Datenbeschaffung sind wiederholte Befliegungen (auch Senkrechtaufnahmen) die Regel, wodurch eine

höhere Auffindungsrate gewährleistet wird. Vor allem in der Kombination mit zu einem günstigen Zeitpunkt hergestellten Senkrechtaufnahmen lassen sich archäologische Fundstellen über große Gebiete beobachten. Darüber hinaus gibt es in unzähligen Archiven Luftbilder, welche für eine archäologische Interpretation meist sogar kostenlos herangezogen werden können. Auch die Luftbilder in Google Earth haben bereits des Öfteren Fundstellen gezeigt (Heller 2006 – die in Google Earth dargestellten Bilder stammen jedoch von Drittanbietern und sind daher urheberrechtlich geschützt, können ohne Zustimmung nur für interne Zwecke verwendet werden). Auch wenn sie immer wieder als teuer dargestellt wird (zuletzt: David 2001, 522), ist die Luftbildarchäologie in diesem Sinne die mit Abstand billigste und effizienteste Prospektionsmethode (siehe auch Braasch 1996, 16 ff.), wobei die dokumentierten Merkmale ohne weitere technische Hilfsmittel erkannt und verstanden werden können:

„It … produces the highest rate of return on money invested, and archaeologists usually accept the results without the need for detailed explanations or complex mathematical evaluation techniques" (Scollar et al. 1990, 28).

Dabei verbindet die Luftbildarchäologie die unterschiedlichsten Maßstäbe: Von der Abdeckung großer Gebiete während eines Fluges mit dem Resultat von punktuellen Verbreitungskarten bis zum Hausgrundriss und manchmal sogar dem einzelnen Pfosten sind alle Maßstäbe durch die Luftbildarchäologie abgedeckt. Somit bietet sie für alle Methoden der landschaftsarchäologischen Analyse wertvolle Information.

Aufgrund der Sichtbarkeitsmerkmale lassen sich die Strukturen der materiellen Hinterlassenschaft selbst beobachten. Dies hat insofern große Bedeutung, als dadurch eine funktionale Analyse in vielen Fällen ermöglicht wird: Siedlungen, Gräberfelder, militärische Einrichtungen oder Kultplätze lassen sich aus dem Luftbild heraus in vielen Fällen gezielt ansprechen. Man hat also keine in ihrer funktionalen Aussage beschränkte Artefaktstreuung vor sich, sondern hat den Kontext im wahrsten Sinne des Wortes vor Augen und kann somit Zusammenhänge leichter erkennen. So ist zum Beispiel die Entdeckung der mittelneolithischen Kreisgrabenanlagen bis heute eng mit der luftbildarchäologischen Prospektion verbunden. Während eine Begehung vor Ort lengyelzeitliche Artefakte erbringt, welche keine funktionale Unterscheidung der Fundstelle in Kreisgrabenanlage oder Siedlung zulässt, kann durch das Erkennen der typischen Gräben aus der Luft eine eindeutige Zuweisung erfolgen. So konnte erst vor wenigen Jahren auf einer seit lange bekannten lengyelzeitlichen Siedlung in Winden bei Melk (Ruttkay, Harrer 1993) durch eine Befliegung eine Kreisgrabenanlage nachgewiesen werden. Allein in Österreich konnten 39 der momentan bekannten 43 Kreisgrabenanlagen durch Befliegungen bzw. aus Senkrechtaufnahmen heraus entdeckt werden.

Zudem erscheint wesentlich, dass abgesehen von der funktionalen Ansprache auch jene Strukturen mitunter deutlich erkannt werden können, welche man bei Feldbegehungen aufgrund des fehlenden Artefaktaufkommens unentdeckt bleiben: Bestattungsplätze, Flursysteme, Kultplätze, militärisch Anlagen, Wege und Straßen oder Paläotopografie. Luftbildarchäologie kann also sowohl die kulturelle Struktur als auch Teile der physischen Struktur der Landschaft visualisieren. Dabei ist jedoch zu bedenken, dass sich nicht alle Strukturen gleich gut zeigen. In vielen Fällen sucht man im Luftbild vergeblich nach Pfostenlöchern oder Palisadengräbchen. Diese zeigen sich nur unter günstigen äußeren Umständen als Bewuchsmerkmal.

Auch in jenen Bereichen, wo ein nicht allzu mächtiges Kolluvium die archäologischen Strukturen bedeckt, können diese bei entsprechendem Kontrast im Unterboden durch Bewuchsmerkmale angezeigt werden. Dies hat zur Folge, dass an Fundstellen, welche aufgrund von Bewuchsmerkmalen entdeckt werden konnten, nicht zwingend Artefakte an der Oberfläche anliegen müssen. Leider wird dieser Umstand jedoch häufig ignoriert und das Nichtauffinden von Artefakten als Fehlinterpretation vonseiten der Luftbildarchäologie gedeutet.

Durch Übertragung der im Luftbild ausgemachten archäologischen Information auf Karten, die mit einer hohen Genauigkeit durchgeführt werden kann, wird dem Archäologen eine Grundlage gegeben, um gezielt weitere Forschungen zu planen. Anhand dieser Karten, die im Landeskoordinatensystem angefertigt werden, lassen sich gezielt Grabungsschnitte anlegen oder Flächen planen und abstecken, die in der Folge durch andere, aufwendigere (v. a. geophysikalische) Prospektionsmethoden detaillierter untersucht werden.

Das Hauptproblem liegt jedoch an der Abhängigkeit der Erfolgsquote von zahlreichen, zum Großteil nicht beeinflussbaren Faktoren. Zudem lassen sich nur in den wenigsten Fällen Datierungen aufgrund von Analogieschlüssen durchführen. Die Landschaftsarchäologie ist daher gut beraten, das Potenzial der Luftbildarchäologie zu nutzen, sollte sich dabei jedoch nicht allein auf diese Prospektionsmethode stützen.

Angesichts des hier demonstrierten Potenzials der Luftbildarchäologie im Rahmen von landschaftsarchäologischen Untersuchungen verwundert die oftmals geübte Zurückhaltung (nicht nur) im deutschsprachigen Raum umso mehr. Man sieht zwar ihren prinzipiellen Nutzen bei

der Fundstellenerkennung, verwendet ihr darüber hinausgehendes Potenzial jedoch nicht.

Auf der Suche nach Gründen für dieses Verhalten fällt auf, dass in den meisten Fällen von luftbildarchäologischer Seite selbst das Argument des Denkmalschutzes benutzt wird, um die Methode zu rechtfertigen. Die Hauptanwendung liegt daher in den meisten Fällen beim Denkmalschutz. Aufgrund ihrer hervorragenden Eignung, effizient und letztendlich kostengünstig über große Gebiete Fundstellen zu entdecken bzw. zu überwachen, ist sie in vielen Ländern fest mit den Denkmalämtern und entsprechenden Organisationen verknüpft. Nur selten ist die Luftbildarchäologie im universitären Bereich positioniert – das Wiener Institut für Ur- und Frühgeschichte zählt zu den wenigen Forschungseinrichtungen, welche Luftbildarchäologie in Lehre und Forschung anwenden (vgl. Cowley, Palmer 2009).

Paradoxerweise waren und sind einige der bekanntesten Luftbildarchäologen keine Archäologen. Diese Feststellung ist in keinerlei Weise abwertend gemeint. Die Luftbildarchäologie verdankt diesen Persönlichkeiten sehr viel. Jim Pickering, Derrick Riley oder Otto Braasch waren bzw. sind Piloten, welche ohne archäologische Ausbildung über die Jahre hinweg durch Tausende von Flugstunden ebenso viele Fundstellen in ganz Europa und darüber hinaus entdecken konnten. Dadurch erwarben sie sich im Lauf der Zeit ein großes archäologisches Wissen.

Mit ihren Tausenden von hervorragenden Luftbildern, die weltweit in unzähligen Büchern, Zeitschriften und wissenschaftlichen Arbeiten publiziert sind, haben diese Piloten der Archäologie und dem Denkmalschutz unschätzbare Dienste erwiesen. Sie haben damit aber auch der Luftbildarchäologie gewollt oder ungewollt ihren Stempel aufgedrückt: Die Luftbildarchäologie tut sich heute schwer, das Image der „fundstellensammelnden" Methode loszuwerden – nicht zuletzt wegen des großen Widerstandes aus den eigenen Reihen. Die Entdeckung scheint wichtiger als die Interpretation, Kartierung und letztendlich Integration in archäologische Fragestellungen. Irwin Scollar hat im Zuge eines Vortrages (Keynote Vortrag bei der Konferenz: „Archaeologigal Prospection 2001", vom 19.–23. September 2001 in Wien) diese Einstellung als „Briefmarkensammeln" beschrieben. So wichtig die primäre Datenbeschaffung, das Auffinden und Dokumentieren von Fundstellen auch ist, so darf es nicht darüber hinwegtäuschen, dass Luftbildarchäologie weitaus mehr vermag. Ein wichtiger Schwerpunkt der Luftbildarchäologie liegt daher auch in der Kartierung und Interpretation von archäologischen Landschaften: "… its aim … is to read and understand the landscapes of the past and to integrate this information with other forms of evidence from survey and excavation" (Bewley, Rączkowski 2002b, 1).

Das Sammeln von Daten (sprich: neuen Fundstellen) ist zweifellos wichtig. Im ständigen Wettlauf mit Erosion, Bauvorhaben oder Abbauvorhaben ist dies von höchster Priorität für den Denkmalschutz. Das „Sammeln" darf jedoch kein Selbstzweck werden und Platz für Interpretation, Feedback und Reflexionen lassen. Auch die hunderttausendste neu entdeckte Fundstelle wird nicht zur Akzeptanz der Bedeutung von Luftbildarchäologie abseits des Denkmalschutzes beitragen – man wird sie gutheißen und weiter Landschaften begehen. Dies beweisen die Kommentare deutschsprachiger Landschaftsarchäologen nur allzu deutlich (z. B. Schade 2000, 177).

Dass man aber auch unter vertretbarem Aufwand detaillierte und genaue Karten der strukturellen Hinterlassenschaft herstellen kann, wird meist nicht mehr erwähnt. So schlummern denn auch Millionen von Luftbildern in den europäischen Archiven, welche ihren Zweck – nämlich das Finden einer Fundstelle bereits erledigt haben und scheinbar nur noch als Dokument benötigt werden. Dass dabei ein unermesslicher Reichtum an Information verloren geht, wurde mit den angeführten Beispielen in aller Deutlichkeit demonstriert.

11.2 Integrierte Prospektion

Wie aus dem bisher Dargestellten hervorgeht, haben sämtliche der vorgestellten Prospektionsmethoden Vor- und Nachteile theoretischer, methodischer und praktischer Natur. Sie sind in unterschiedlichen Gebieten, in teilweise begrenzten Maßstäben und mit in Bezug auf die Erkennbarkeit bestimmter Kategorien materieller Hinterlassenschaft divergierenden Ergebnissen einsetzbar. Genauigkeit und Detailreichtum der Resultate sind höchst variabel. Der Erfolg jeder Methode wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst. Manche davon sind gegeben, andere kann man aufgrund von im Vorfeld zu treffenden Entscheidungen (Wahl von Sensor, Zeitpunkt etc.) beeinflussen.

Keine Methode kann sämtliche materielle Hinterlassenschaft entdecken. Momentan gibt es daher auch keine Methode, mit der man mit Sicherheit feststellen könnte, ob ein bestimmter Platz frei von materieller Hinterlassenschaft ist. Es können nur „positive" Aussagen getroffen werden, für den Fall, dass man Funde oder Strukturen dokumentieren konnte.

Diese Feststellung hat wichtige Auswirkungen auf den Denkmalschutz und Landschaftsarchäologie: Beide dürfen sich nicht an eine einzelne Prospektionsmethode halten. Man muss freilich nicht überall sämtliche Methoden zwingend einsetzen. In bestimmten Gebieten und für bestimmte

Fragestellungen reicht auch ein geringes Methodenspektrum aus. Wichtig ist daher eine entsprechende Planung im Vorfeld von Projekten, welche es erlaubt, die für eine Fragestellung notwendigen Methoden der archäologischen Prospektion gezielt und möglichst effektiv einzusetzen. Zumeist sind es aber nicht Fragestellung oder geografische Vorgaben, sondern Ignoranz, finanzielle und zeitliche Gründe sowie fehlende Expertise, welche eine Kombination unterschiedlicher Methoden verhindern.

Die Begehung kann – abgesehen von eventuell am Boden visuell erkennbaren Färbungen – nur aufgrund von Artefaktverteilung und -zusammensetzung auf ehemalige Strukturen schließen. Die archäologischen Strukturen selbst bleiben unsichtbar. Diese sieht man aus der Luft, jedoch nur aufgrund von indirekten Merkmalen, welche wahrgenommen werden müssen. In der geophysikalischen Prospektion kann man die Strukturen direkt messen, benötigt jedoch Vorwissen, um die im Rahmen der (noch) aufwendigen Messung begrenzt möglichen Flächen möglichst effizient anzulegen und die richtige Wahl des Sensors zu treffen. Alle Methoden haben wiederum Probleme im Wald oder unter dichter Vegetation. Hier hilft das flugzeuggetragene Laser-Scanning, welches wiederum nur im Geländerelief erhaltene Strukturen messen kann. Die chemische Prospektion ist sinnvollerweise ohnehin nicht isoliert einsetzbar, kann aber Aktivitätszonen ausmachen, an denen weder Artefakte noch Strukturen vorhanden sind. Allen Methoden sind mehrere Aspekte gemeinsam:

• Sie können ausschließlich „positive" Resultate erbringen. Es gibt momentan keine einzige Methode, anhand deren Ergebnisses man dezidiert aussagen könnte, dass an einer bestimmten Stelle keine materielle Hinterlassenschaft existiert.

• Das Potenzial der einzelnen archäologischen Prospektionsmethoden ist noch lange nicht ausgeschöpft – vielmehr stecken viele Methoden – selbst nach Jahrzehnten ihrer prinzipiellen Verfügbarkeit – noch immer in den Kinderschuhen.

• Bei allen Prospektionsmethoden, egal ob Feldbegehung, Luftbildarchäologie, ALS oder geophysikalischer Prospektion, spielt bis zu einem gewissen Grad das Element der Subjektivität eine Rolle. Bereits bei der Planung (zu prospektierende Flächen, Wahl des Sensors, Intensität etc.), spätestens aber bei der Deutung der Ergebnisse kommen die Interpretation und mit ihr die Hermeneutik ins Spiel. Diese inhärente Subjektivität stellt jedoch kein allzu großes Hindernis dar, solange man sich der Problematik bewusst ist und Prospektionsergebnisse nicht als gegeben hinnimmt, sondern darüber reflektiert. Erst dies führt zu konstruktivem Feedback, welches in verbesserte zukünftige Interpretationen einfließen kann, egal ob man dies nun Hermeneutik oder dynamische Interpretation nennt.

• Von der Planung bis zur fertigen Karte sind zahlreiche Entscheidungen zu treffen, wobei die ausschlaggebenden Kriterien in der Regel in den zeitlichen und finanziellen Notwendigkeiten sowie der Erfahrung der beteiligten Personen zu suchen sind.

Hauptproblem ist momentan sicherlich der Mangel an Kommunikation zwischen den einschlägigen „Gemeinschaften" der „Feldbegeher", Luftbildarchäologen, Geophysiker oder Fernerkunder. Es ist notwendig die einer Methode inhärenten Unzulänglichkeiten klar darzustellen, zu kommunizieren und durch gezielte Kombination mit anderen Methoden zu umgehen. Wichtig erscheint daher ein integratives Vorgehen anstelle eines Konkurrenzverhaltens.

In nur allzu vielen Vorträgen und Publikationen hatte man zum Beispiel versucht, die Vorteile der geophysikalischen Verfahren durch Vergleiche mit (vor allem) Luftbildern darzustellen. Dabei musste ein einzelnes Luftbild für den Vergleich herhalten, wobei in den meisten Fällen die geophysikalischen Resultate besser und deutlicher waren. Diese Art von Vergleich ist jedoch methodisch inkorrekt, da – wie bereits demonstriert wurde – ein einzelnes Luftbild nur in den seltensten Fällen die gesamte luftbildarchäologisch mögliche Information preisgibt und man deshalb die geophysikalischen Ergebnisse mit der Gesamtinterpretation aus allen Luftbildern vergleichen müsste. Zudem zeigt diese Einstellung ein gewisses Konkurrenzverhalten, welches unnötig, kontraproduktiv und letztendlich unwissenschaftlich ist. Es geht darum, wie man die unterschiedlichen Prospektionsmethoden am sinnvollsten, gewinnbringendsten und ressourcenschonendsten integriert. Dazu sind Vergleiche sinnvoll. Gerade deshalb sind Institutionen, welche die Kommunikation zwischen den Spezialisten ermöglichen, indem sie diese unter einem Dach zusammenfasst, so erfolgreich. Das bayerische Landesdenkmalamt oder ArcheoProspections® werden nicht zuletzt aufgrund ihrer integrativen Prospektionsansätze international gewürdigt.

In Österreich mündete die langjährige Kooperation zwischen Luftbildarchäologie und Geophysik im Jahr 2010 in die Gründung eines Ludwig Boltzmann Instituts für archäologische Prospektion und virtuelle Archäologie (LBI ArchPro: archpro.lbg.ac.at <September 2012>). Dieses vereint ein interdisziplinäres europäisches Team, welches sich der Grundlagenforschung zur Entwicklung neuer und zur Verbesserung bestehender, großflächiger, zerstörungsfreier Prospektionsmethoden und deren Integration in theoretische und methodische Konzepte der Landschaftsarchäologie widmet.

Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen der Fernerkundung, hochauflösender Geophysik sowie der Geomatik, wobei sowohl den technischen Konzepten der Datenerfassung als auch den theoretisch-methodologischen Aspekten der archäologischen Interpretation gleiche Bedeutung beigemessen wird. Die in der Praxis notwendige Interaktion zwischen diesen beiden oft separat behandelten Bereichen archäologischer Prospektion ist somit innerhalb des Instituts und seiner Entwicklungen gewährleistet. Das Forschungsprogramm konzentriert sich auf drei Programmlinien:

(1) Archäologische Fernerkundung mit den Schwerpunkten flugzeuggetragenes Laser-Scanning, flugzeuggetragenes hyperspektrales Scanning und automatisierte Luftbildentzerrung.

(2) Archäologisch-geophysikalische Prospektion mit der Entwicklung motorisierter Systeme mit Multi-Sensor-Ausstattung, automatisierten Positionierungssystemen sowie der Erarbeitung neuer Konzepte der Datenprozessierung und Visualisierung.

(3) Archäologische Interpretation, räumliche Analyse und virtuelle Archäologie mit dem Aufbau eines dynamischen, GIS-basierten Archivierungs- und Analysesystems. Dieses soll die integrierte archäologische Interpretation der großräumigen Prospektionsdaten innerhalb einer zu entwickelnden GIS-Oberfläche realisieren. Dazu gehören auch Werkzeuge zur Visualisierung, Interpretation und landschaftsarchäologischen Analyse der integrierten Prospektionsdaten. Das LBI ArchPro vereint ein europäisches Konsortium von Partnern aus:

- Österreich: Universität Wien mit dem Institut für Ur- und Frühgeschichte und VIAS (Vienna Institute for Archaeological Science), Technische Universität Wien mit den Instituten für Computergraphik und Algorithmen sowie für Photogrammetrie und Fernerkundung, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Airborne Technologies (ABT),
- Deutschland: RGZM – Römisch-Germanisches Zentralmuseum Mainz,
- Großbritannien: VISTA – The Visual and Spatial Technology Centre, University of Birmingham,
- Norwegen: NIKU – The Norwegian Institute for Cultural Heritage und
- Schweden: RAÄ – Swedish National Heritage Board.

In dieser Konstellation erscheint es möglich, systematische, integrierte Prospektion auf hohem Niveau für landschaftsarchäologische Anwendungen zu entwickeln und bereitzustellen.

Nur durch den kombinierten Einsatz von unterschiedlichen zerstörungsfreien Prospektionsmethoden kann eine weitgehend befriedigende Erfassung der materiellen Hinterlassenschaft erfolgen, bei der es nicht nur um rein fundstellenbasiertes Denken, sondern um das Erkennen und die Untersuchung komplexer archäologischer Fragestellungen geht (vgl. auch Gaffney 2000). Vor allem die Kombination der Interpretationsergebnisse mit den Resultaten anderer Prospektionsmethoden oder Grabungen ermöglicht weitere archäologisch relevante Aussagen und werfen im Idealfall zahlreiche neue Fragestellungen auf, die in der Folge durch weitere gezielt angelegte Prospektionen oder Ausgrabungen untersucht werden können. Aussagen zum unterschiedlichen Erhaltungsgrad der Bodendenkmäler ermöglichen ein gezieltes denkmalpflegerisches Management einer Fundstelle oder einer ganzen Region.

Dabei klaffen noch immer schmerzhafte Lücken, wenn es etwa um die Erkundung eingeebneter Strukturen im Waldgebiet oder die Datierung von fundleeren Strukturen geht. Dennoch wäre eine Landschaftsarchäologie schlecht beraten, würde sie sich ausschließlich mit den Ergebnissen einer Prospektionsmethode begnügen. Gerade dies geschieht aber in vielen Fällen.

11.2.1 Kombination von Prospektionsmethoden – Beispiele für die Landschaftsarchäologie

In den vergangenen Jahren hat man vermehrt versucht, Prospektionsdaten zu kombinieren. So ist es in der geophysikalischen Prospektion durchaus üblich geworden, eine Fundstelle mit mehreren Methoden zu messen und die Daten in einem integrativen Schritt zu kombinieren (u. a. Neubauer 2001, 198 f.; Neubauer, Eder-Hinterleitner 1997b; Neubauer et al. 1999, 5; Neubauer 2001, 208–226). Auch die Kombination aus geophysikalischer Prospektion und Luftbildarchäologie hat sich bereits seit Langem als gewinnbringend erwiesen (v. a. Becker et al. 1996; Fassbinder, Becker 1993; Becker 1990, 1985; Becker, Braasch 1983; Doneus, Neubauer 1998; Doneus 1997a; Doneus 2004; Doneus et al. 2002; Powlesland et al. 1997).

Voraussetzung einer sinnvollen Kombination archäologischer Prospektionsmethoden ist in jedem Fall, dass die jeweiligen Daten digital, im selben Koordinatensystem, mit ähnlichem Maßstab sowie vergleichbarer Genauigkeit vorliegen und sich inhaltlich ergänzen (Neubauer 2001, 179; Doneus, Neubauer 1998). Sinnvollerweise geschieht dies unter Verwendung eines GIS. Um es plakativ auszudrücken, ist es nicht sinnvoll, Umzeichnungen aus dem Luftbild, welche mit einem Kartierungsmaßstab von 1:10.000 mit einer minimalen Genauigkeitsanforderung von ± 8 m gemacht wurden, mit genauen geophysikalischen Ergebnissen in einem Bild zu integrieren – auch wenn dies in einem GIS prinzipiell möglich ist. Der Informationsgehalt aus

beiden Kartierungen kann natürlich gewinnbringend integriert werden, aber nicht durch einfaches Übereinanderkopieren innerhalb eines einzelnen Planes.

Prinzipiell lassen sich die Originaldaten oder deren Interpretationen kombinieren. Im Idealfall hat man sowohl Daten als auch Ergebnisse zur Verfügung. In dieser Weise können nämlich die Interpretationen einer Prospektionsmethode als Feedback für eine andere Methode fungieren und die eigenen Interpretationen anhand der Daten einer anderen Methode überprüft, hinterfragt und gegebenenfalls korrigiert werden. Zudem können manche Unklarheiten einer Interpretation aufgrund der Überlagerung mit Daten in ein neues Licht gerückt werden und plötzlich ein sinnvolles Ganzes ergeben. So kann man zum Beispiel im Orthofoto, welches eine größere Fläche abdeckt, Zusammenhänge besser erfassen und etwa geologische Strukturen, welche im Magnetogramm nur angeschnitten wurden, als solche erkennen oder lineare Strukturen über weite Distanzen verfolgen. Die Ergebnisse der einen Methode können damit auch durch die andere verifiziert werden (Neubauer 2001, 188). Wichtig ist dabei eine fundierte Quellenkritik. Es muss klar sein, was die einzelnen Interpretationsergebnisse bedeuten, inwieweit sie tendenziös sind, wo die Grenzen der einzelnen Methoden im Allgemeinen und speziell im konkreten Fall liegen, mit welchen Parametern (Intensität, Konfiguration, Layout …) die Prospektion stattfand und wer die Daten mit welcher Fragestellung interpretiert hat.

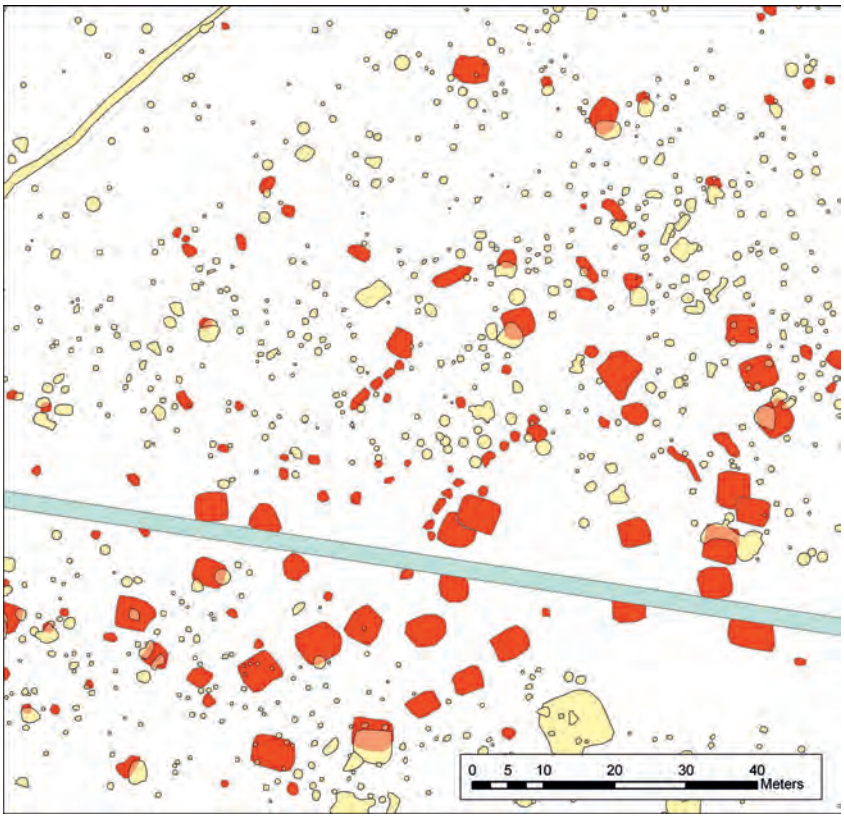


Abb. 166: Zwingendorf: Kombination aus Luftbildauswertung (rot) und Magnetik (gelb) (aus: Doneus et al. 2002, 359).

Im niederösterreichischen Zwingendorf (Doneus et al. 2002) konnte zum Beispiel eine mehrphasige Siedlung unter anderem durch eine extensive Feldbegehung, magnetische Prospektion und Luftbildarchäologie gezielt prospektiert werden. Während sich manche Grubenhäuser in der Magnetik nicht zeigten, waren sie im Luftbild klar zu erkennen. Dort waren wiederum keine Pfosten sichtbar, welche aber in der Magnetik gut gemessen werden konnten. In der Kombination konnten sogar in einigen Fällen Pfosten aus der magnetischen Prospektion Grubenhäusern aus der Luftbildkartierung zugeordnet werden (Abb. 166). Spuren oberirdischer Bauten konnten wiederum mit beiden Methoden nicht ausgemacht werden. Zwar zeigten sich in der Magnetik zahlreiche Pfosten in einem Gebiet, in welchem sonst keine Strukturen zu erkennen waren, aufgrund der mehrphasigen Besiedlung und Überlagerung waren jedoch keine Grundrisse zu erkennen. Dass dort Gebäude bestanden haben mussten, konnte jedoch wiederum aus den Begehungsdaten geschlossen werden, welche in diesem Bereich eine stark erhöhte Konzentration von Hüttenlehm zeigte.

Aufgrund weiterer Analysen im GIS konnten Zonen aus den Begehungsdaten herausgefiltert werden, welche nur in einer der Phasen Konzentrationen von Fundmaterial aufwiesen. Verglichen mit den Kartierungen der Strukturen zeigte sich, dass etwa in all den Bereichen mit lokalen Fundmaxima aus dem 2. Und 3. sowie im 5. nachchristlichen Jahrhundert jeweils lineare Anordnungen von drei Grubenhäusern mit gleich großem Grundriss und annähernd gleichen Abständen zu finden waren (Abb. 167/b und c). In den Bereichen mit viel Material des 8. Jahrhunderts n. Chr. zeigten sich wiederum jeweils Paare von großen Grubenhäusern (Abb. 167/d). Durch Hinzuziehen historischer Karten und einer detaillierten pedologischen Kartierung konnte auch die Landschaft um die Fundstelle rekonstruiert und weitere in der Luftbildkartierung vorhandene Strukturen als von einem Teichufer stammend geklärt werden (Doneus et al. 2002, 160 f.).

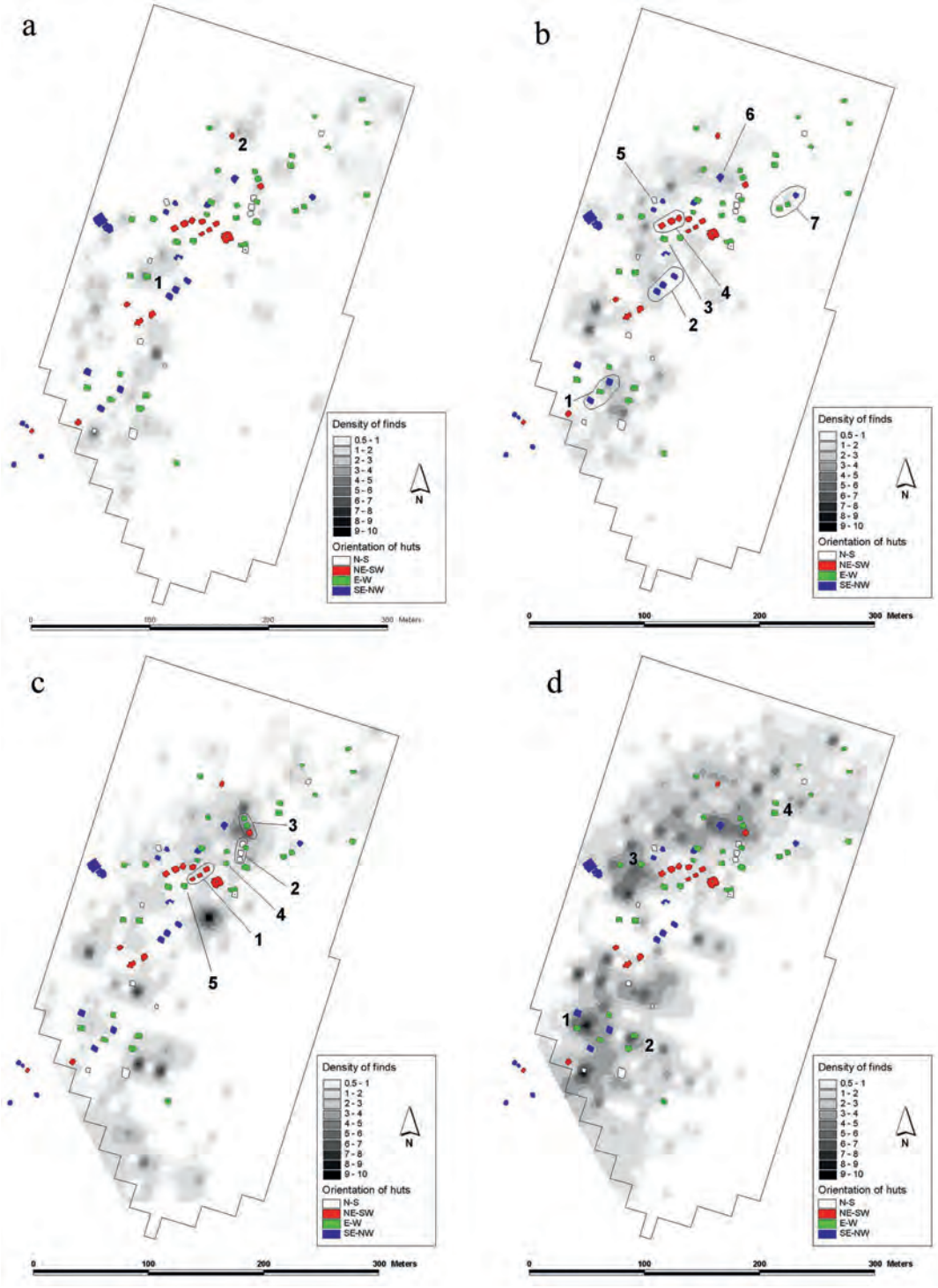


Abb. 167: Zwingendorf – Kombination aus extensiver Feldbegehung und Luftbildauswertung: (a) Neolithikum / Bronzezeit (b) römische Kaiserzeit (c) Völkerwanderungszeit (d) slawisch. (aus: Doneus et al. 2002, 360).

11.3 Fazit

Damit eine Landschaft in ihrer historischen Entwicklung oder als Konzept der in ihr lebenden Menschen interpretiert werden kann, bedarf es einer möglichst umfassenden Kenntnis der materiellen Hinterlassenschaft. Es herrscht dabei ein allgemeiner Konsens, dass vor allem die archäologische Prospektion Grundlagen für landschaftsarchäologisches Arbeiten liefern kann, da sie großflächig ein-

gesetzt wird und Informationen liefert, welche durch eine Ausgrabung allein nicht zu beschaffen wären. Prospektion kann die archäologische Ausgrabung jedoch nicht ersetzen, da Qualität und Quantität der jeweils erhaltenen Informationen völlig unterschiedlich sind. Landschaftsarchäologie ohne Einbeziehung von Ausgrabungen und deren Ergebnissen wäre somit weder sinnvoll noch wünschenswert.

Wie in den letzten Kapiteln dargestellt werden konnte, gibt es eine ständig wachsende Anzahl von Prospektionsmethoden. Diese unterscheiden sich aufgrund ihrer Prämissen, Techniken, anwendbaren Maßstäben, untersuchbarer Art der materiellen Hinterlassenschaft, finanziellen Kosten, benötigtem Spezialwissen, Aussagemöglichkeiten, Präzision, Genauigkeit etc. Obwohl die Notwendigkeit einer Kombination einzelner Methoden allgemein erkannt wird, scheinen die einzelnen Methoden je nach wissenschaftlichem Hintergrund und vor allem praktischer und situationsbedingter Erwägungen favorisiert zu werden. In der Regel haben sich Feldbegehung und geophysikalische Prospektion als wichtigste Verfahren in der Landschaftsarchäologie durchgesetzt, während die chemische Prospektion eher ein Schattendasein führt und Luftbildarchäologie unterschiedlich beurteilt wird.

In Bezug auf die Luftbildarchäologie wird deren Potenzial zur Entdeckung archäologischer Strukturen prinzipiell anerkannt, sie wird jedoch wegen der zahlreichen Unwägbarkeiten (bei der Sichtbar-Werdung vom Merkmalen involvierte Faktoren) und der damit verbundenen saisonal und in Abhängigkeit von der Bodenbedeckung begrenzten Anwendbarkeit häufig abgewertet. Ein gängiger Kritikpunkt ist auch der distanzierte Blick von oben, welcher eine im wahrsten Sinne des Wortes abgehobene Betrachtungsweise der Landschaft erzeuge und somit für ein Verstehen der Landschaft hinderlich sei: Erkannte Zusammenhänge könne man nicht auf eine bewusste Strukturierung des (prä-)historischen Menschen zurückführen.

Durch Darstellung zweier Projekte konnte demonstriert werden, dass unter Anwendung einer soliden Methodik, bei welcher vor allem Senkrechtaufnahmen ein hoher Stellenwert zukommt, ein mehrere Hundert Quadratkilometer großes Gebiet mit vertretbarem Aufwand systematisch untersucht werden kann. Selbst in einer bis dato gut untersuchten Region konnte das archäologische Inventar beinahe verdoppelt, und alle archäologischen und paläolandschaftlichen Strukturen im Detail kartiert werden. Gerade diese detaillierte, großflächige Kartierung der in den Luftbildern sichtbaren Strukturen ist m. E. der stärkste Beitrag, welchen die luftbildarchäologische Prospektion für die Erkundung von Landschaften liefern kann. Dieser blieb in der einschlägigen landschaftsarchäologischen Literatur jedoch bislang unerwähnt.

Anhand der beiden Fallbeispiele zeigt sich, dass Luftbildarchäologie auf unterschiedlichen Maßstäben funktioniert – von der systematischen Erkundung großer Gebiete über die Dokumentation der Geschichte des Flusssystems der Leitha im Holozän bis hin zum Pfosten und zur Feuerstelle eines lengyelzeitlichen Hauses. Auch in Carnuntum konnte nach anfänglichen Schwierigkeiten eine große archäologische Landschaft im Detail kartiert, und somit eine Grundlage geschaffen werden, auf der mit anderen archäologischen Fragestellungen und Methoden aufgebaut werden kann.

Zum Abschluss sollte noch ein wichtiger Punkt angesprochen werden: *Die archäologische Prospektion allein macht noch keine Landschaftsarchäologie aus.* Sie bietet die Grundlagen, auf welchen sich landschaftsarchäologische Analysen aufbauen lassen, sei dies zu einem späteren Zeitpunkt oder in Form eines wechselseitigen Vorgehens zwischen Prospektion, Grabung und Interpretation. Egal unter welchem Paradigma Landschaftsarchäologie betrieben wird, ohne Daten aus Prospektion und Ausgrabung bleibt die zu untersuchende Landschaft leer und geschichtslos.

Eine ehemalige Aufteilung der Felder, das Vorhandensein und Aussehen von Grenzen oder die Einbeziehung der Natur in die Wahrnehmung (alter Baum, markante Höhen …) sind in der Archäologie kaum fassbar. Mitunter lassen sich Fluren oder Wege und bisweilen auch Landnutzung durch Luftbild oder Geophysik nachweisen (vgl. Abb. 19). In den meisten Fällen lassen sich derartige Strukturen jedoch kaum direkt belegen. Durch verschiedene Analysemethoden kann man jedoch versuchen, Rückschlüsse auf das räumliche Verhalten der Menschen vergangener Zeiten zu erhalten. Dieser Problematik wird sich das nächste Kapitel widmen.

Teil 4 – Konzepte in der Landschaftsarchäologie

Im vorherigen Kapitel konnte die Bedeutung einer systematischen, integrierten archäologischen Prospektion für die Landschaftsarchäologie deutlich gemacht werden. Sie liefert die grundlegende Information zur kulturellen Struktur der Landschaft, und es erscheint unverständlich, weshalb etwa in den einführenden Arbeiten zur Umweltarchäologie die archäologische Prospektion als wesentlicher Beitrag zur Quellengewinnung ignoriert wird. Die Prospektion und ihre Ergebnisse sind ein wichtiges Bindeglied zwischen unserer heutigen und der vergangenen, archäologischen Landschaft. Zudem gewährt sie dem Archäologen Einblick in die unterschiedlichsten Maßstabsebenen, von der Makrostruktur eines Siedlungsmusters bis zum einzelnen, von einem Individuum hergestellten Artefakt.

Eine Prospektion, so großflächig und systematisch sie auch sein mag, ist aber nicht mit Landschaftsarchäologie gleichzusetzen. Sie ist ein wesentliches Hilfsmittel, welches am Anfang landschaftsarchäologischer Studien zu stehen hat. Darüber hinaus bedarf es jedoch einer Deutung der durch die Prospektion interpretierten Messdaten, in deren Rahmen auch der gesellschaftliche und ökologische Kontext durch Einbeziehung von Grabungsergebnissen und umweltarchäologischer Studien mitberücksichtigt werden muss. Ziel ist es, einer Landschaft als Dualität von Realraum und Anschauungsraum, d. h. von physisch Realem und seiner Bedeutung gerecht zu werden. Nachdem, wie bereits eingangs diskutiert (vgl. Kapitel 3.5.1), der Archäologe mit vergangenen, nur noch ausschnitthaft zugänglichen Realräumen konfrontiert ist, stellt sich die Frage, ob und wie über eine Abbildung des Realraums im geometrischen Raum Rückschlüsse auf den Anschauungsraum gezogen werden können.

Je nach epistemologischem Hintergrund fällt die Antwort darauf höchst unterschiedlich aus. Ziel des ersten Kapitels dieses Teils ist es daher zunächst, die unterschiedlichen theoretischen Ideen und Konzepte der Landschaftsarchäologie gegenüberzustellen und kritisch zu hinterfragen. Es werden dabei etische und emische Ansätze der Beschreibung unterschieden. Hinter diesen beiden Begriffen verbergen sich nicht nur eine unterschiedliche Betrachtungsweise von Gesellschaften, sondern auch methodologisch divergierende landschaftsarchäologische Zugänge, welche auch als „erklärend“ und „verstehend“ bezeichnet werden können (vgl. Kapitel 5.1).

Diese Etikettierung erzeugt eine Dichotomie ganz nach Diltheys Aussage „Die Natur erklären wir, das Seelenleben verstehen wir“ (Dilthey 1924, 144): Empirische Sachverhalte, etwa über die materiellen Aspekte der Landschaft, werden demnach gemäß dem H-O-Modell (Hempel, Oppenheim 1948) aus universellen naturwissenschaftlichen Gesetzen abgeleitet und erklärt. Kulturelle Phänomene hingegen müssen in dieser gegensätzlich ausgerichteten Konzeption durch „einfühlendes Nacherleben fremder Subjektivität“ (Giuliani 2003, 9) verstanden werden.

Manche „landschaftsarchäologischen“ Arbeiten geben in diesem Sinn Erklärungsmodelle für Siedlungsmuster ab,

setzen sich aber nur mit dem Realraum auseinander. Andere wiederum beschäftigen sich fast ausschließlich mit möglichen kognitiven Konzepten, was im Rahmen einer wissenschaftlichen Arbeit zu teils erheblichen methodologischen Problemen führt. Zudem ist vor allem im Zusammenhang mit GIS-Analysen in den letzten Jahren ein heftiger Diskurs darüber entbrannt.

Diese gegensätzliche Betrachtung von Erklären und Verstehen ist zwar in zahlreichen Wissenschaftsdisziplinen Usus, übersieht aber, dass beides kausale Deutungen von Zusammenhängen sind und sich gegenseitig bedingen (Haussmann 1991, 233): Man muss eine Landschaft bzw. die ihr zugrunde liegenden gesellschaftlichen Strukturen und letztendlich das individuelle Handeln verstehen, bevor man Erklärungen ableiten kann. Grundlegende Methode der Landschaftsarchäologie ist somit – und dies wird Thema des abschließenden Teils sein – das verstehende Erklären (vgl. Teil 5), dem eine kombinierte etische und emische Beobachtung und Beschreibung zugrunde liegt.

12. Erklärende Zugänge zur Landschaftsarchäologie

Erklärende (etische) Zugänge beobachten archäologische Landschaften von außen; die Landschaft ist ihnen zufolge ein Objekt, welches empirisch gemessen, beschrieben und modelliert werden kann. Im Rahmen der Archäologie sind es vor allem kulturhistorische, funktionalistische, prozessuale Zugänge und die sich daraus entwickelnde „evolutionäre Archäologie", die sich dieses Standpunktes bedienen. Auch wenn sie epistemologisch zu unterscheiden sind, verschwimmen in den letzten Jahrzehnten zusehends ihre Grenzen (Trigger 2006, 491). Diese drei theoretischen Richtungen setzen alle im Großen und Ganzen die Landschaft mit der natürlichen bzw. kulturellen Ausstattung eines Territoriums gleich. Darüber hinaus bedienen sich immer mehr Arbeiten aus dem kulturhistorisch geprägten, deutschsprachigen Raum der von der prozessualen Archäologie entwickelten bzw. übernommenen Modelle (z. B. die Archäoprognose) und Analyseverfahren (etwa die Umfeldanalysen und andere, vor allem mathematisch-statistische Verfahren). Auch wenn – anders als beim Prozessualismus – der Grund für die positivistischen Tendenzen hauptsächlich in der empirischen Grundhaltung und in der damit verbundenen Nichtbeachtung (und bisweilen auch expliziter Ablehnung) von Theorie wurzelt (jedoch Jeute 2008), so trägt dieser Umstand zu einer weiteren Verwischung der Grenzen bei. Auch werden sowohl kulturhistorische als auch prozessuale Arbeiten in Bezug auf den Ökodeterminismus kritisiert.

Vor allem New Archaeology und der daraus entstandene Prozessualismus haben eine streng positivistische Ausrichtung und verwenden deduktiv-nomologische Erklärungen. Dazu bedarf es jedoch universeller Gesetze, die man anhand von bestimmten, vorhersagbaren Verhaltensmustern (*behaviour*) erfassen will (MRT: Middle Range Theory – Binford 1981). John Bintliff spricht von „Tendenzen" menschlichen Verhaltens, welche unabhängig vom kulturellen Hintergrund beobachtet werden können (Bintliff 2002, 32 f.).

Dem Geografen Eugen Wirth zufolge hat der Mensch ein angeborenes Orientierungsvermögen und Territorialverhalten (Wirth 1979, 258 ff.). Räumliches Verhalten drückt sich in erster Linie durch „Bewegung im Raum" aus. Dem Aktionsradius des Menschen sind dabei durch seinen Organismus Grenzen gesetzt (Essen, Schlafen): Ohne technische Hilfsmittel der Fortbewegung ist die Reichweite des Menschen begrenzt. Die Größe des Aktionsradius wird durch die physische Struktur der Landschaft mitbestimmt, wobei eine Tendenz besteht, Entfernungen mit möglichst geringem Aufwand zurückzulegen. Innerhalb des durch den Aktionsradius aufgespannten Aktionsraumes gibt es fast immer einen oder mehrere Bezugspunkte, welche Schutz und Komfort bieten und immer wieder angesteuert werden. Innerhalb seines Aktionsraumes hat der Mensch Kontakt mit anderen Individuen, wobei eine Tendenz zur „Gruppierung mit seinesgleichen" (Familie, Verwandtschaft) und „Ballung" besteht.

John Bintliff nimmt die Tendenz der mit möglichst geringem Aufwand ausgeübten Entfernungsüberwindung zum Ausgangspunkt seiner Überlegungen (Bintliff 2002, 32 f.). Ressourcenverteilung, Relief und natürliche Barrieren definieren in Zusammenspiel mit dieser Tendenz die genutzten Territorien, welche meist kreis- oder streifenförmig seien. Abhängig von der Demografie komme es zu Neugründungen von Ansiedlungen (ab einer Bevölkerungszahl von etwa 100 bis 200 Personen), welche mit zum Teil gleichmäßigen Abständen angelegt, Siedlungskonzentrationen (Siedlungskammern) erzeugten. Diese haben eine Tendenz zur hierarchischen Gliederung (zentrale Orte aufgrund militärischer oder wirtschaftlicher Überlegenheit). Ähnlich argumentiert auch B. J. Graner (zitiert bei Aston 1985, 93 f.). Neben der Tendenz zur kostensparenden Strukturierung seines Umfeldes (siehe auch das Modell von Thünens – S. 90 und 284) und zu Bezugspunkten, betont Garner zudem die prinzipiell hierarchische Strukturierung menschlicher Organisation.

Diese beiden zuletzt geäußerten Ansichten Bintliffs und Graners scheinen einem sehr „westlich" orientierten Blickwinkel zu entspringen. Es gibt zwar Annahmen, dass

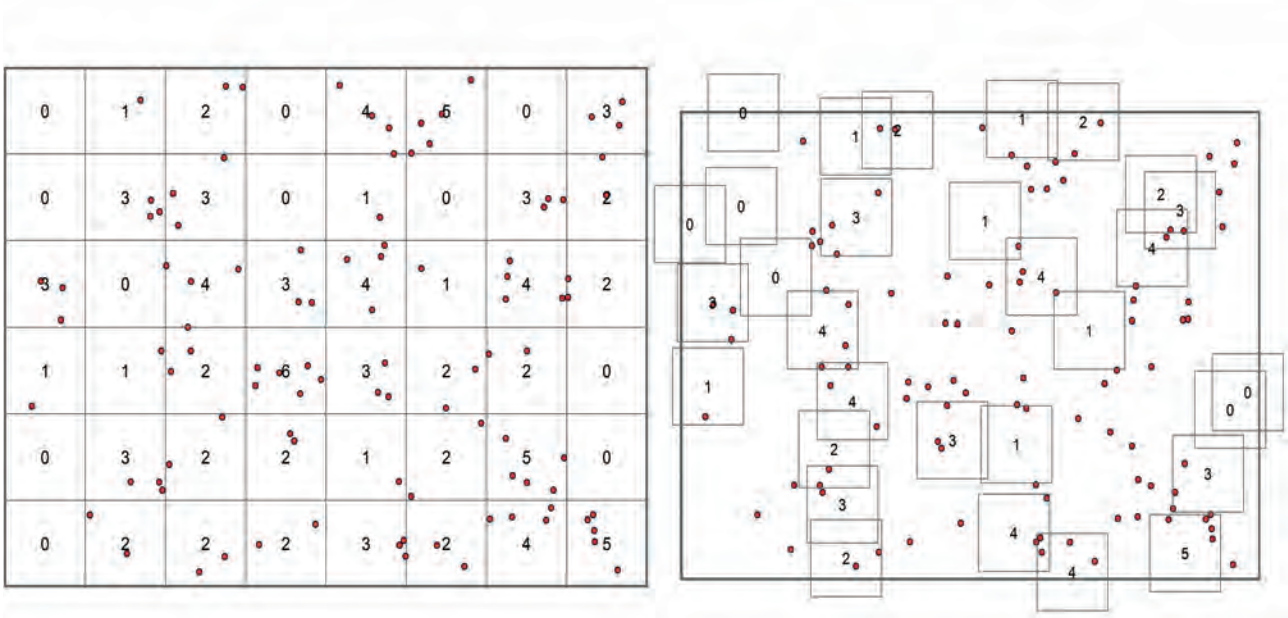


Abb. 168: Schematische Darstellung der Quadratanalyse mit vorgegebenem Raster (links) und zufälliger Verteilung der "zählenden" Quadrate (Grafik: Michael Doneus nach O'Sullivan, Unwin 2003, Fig. 4.4).

es bereits in der Linearbandkeramik Siedlungen gibt, welche dem Charakter zentraler Orte entsprechen (zuletzt pro: Schade 2004, kontra: Petrasch 2003). Dennoch kennt man aus der Ethnologie durchaus auch sogenannte segmentäre Gesellschaften, welche keine hierarchische Gliederung aufweisen sowie „akephale Gesellschaften", welche auch in größeren Gemeinschaften ohne hierarchische Strukturierung auskommen und Entscheidungen gemeinsam fällen (Sigrist 2005).

Die im Zuge der New Archaeology während der 1970er Jahre entstanden bzw. vor allem aus der Geografie übernommenen mathematisch-statistischen Verfahren der räumlichen Analyse zählen auch heute noch zur Grundlage von Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie. Deshalb sollen einige ihrer Konzepte zu Beginn dieses Kapitels vorgestellt werden.

12.1 Systeme, Modelle und Verbreitungen

In den unterschiedlichen physischen und kulturellen Sphären einer Landschaft ergeben sich, wie bereits weiter oben gezeigt werden konnte, ständig Veränderungen. Der zugrunde liegende, stetige Wandel vollzieht sich anhand einer Vielzahl von Prozessen (physische Sphäre) und Ereignissen (kulturelle Sphäre), welche in unterschiedlichen räumlichen und zeitlichen Maßstäben, in komplexen Abhängigkeiten voneinander ablaufen.

Sofern sie räumlich relevant sind, erzeugen Prozesse und Ereignisse kartierbare räumliche Muster. Von dieser Feststellung ausgehend liegt es nahe, von den überlieferten und kartierten Verbreitungen auf die dafür verantwortlichen Ereignisse und Prozesse zu schließen, bzw. die dahinter stehenden Systeme zu beschreiben.

Vor allem in der prozessualen Archäologie ist man versucht, die materielle Hinterlassenschaft als Teil vergangener Systeme zu verstehen und diese zu modellieren. Systeme sind aus direkt oder indirekt in Verbindung stehenden Elementen aufgebaut, deren Beziehungen funktional, hierarchisch oder struktural sein können (Seiffert 2001, 114 ff., 126 ff.). Von den verschiedenen Arten von Systemen interessieren in diesem Rahmen vor allem räumliche Systeme, die Eugen Wirth anhand verschiedener Merkmale charakterisiert (Wirth 1979, 106 ff.):

Räumliche Systeme, mit welchen die Landschaftsarchäologie zu tun hat, sind in den meisten Fällen offen (weisen eine Wechselwirkung zu ihrer Umgebung auf), dynamisch (verändern sich mit der Zeit) und komplex. Sie haben ein abgegrenztes Territorium, in welchem sich die Elemente auf Standorte verteilen. Diese beeinflussen sich gegenseitig durch Kommunikation und Interaktion, wobei den Entfernungen und Richtungen zu anderen Standorten wesentliche Bedeutung zukommt – sie erzeugen die Struktur des Systems.

Aufgrund ihrer Komplexität und Dynamik sind die vollständige Erforschung und das Verstehen räumlicher Systeme (z. B. das Klima) praktisch unmöglich. Diesem Dilemma kann man auf zwei Arten begegnen: entweder, man rückt von der Systemvorstellung ab, oder man versucht, das System gedanklich, am Computer oder in Forschungslabors in vereinfachter Form nachzubilden, zu modellieren.

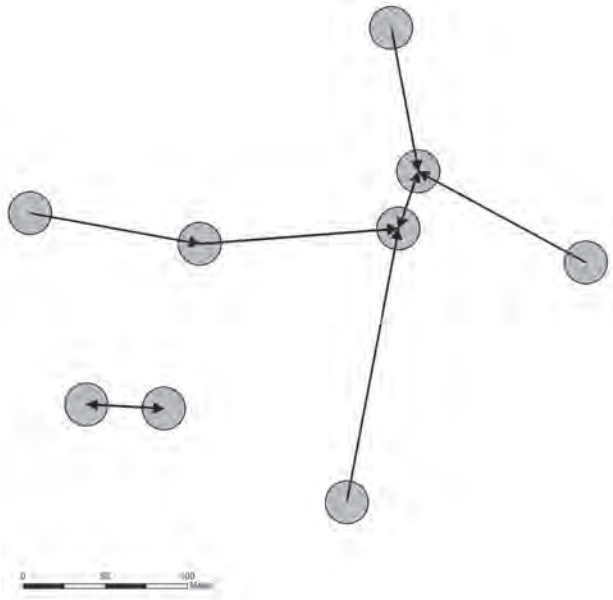


Abb. 169: Nächste Nachbarn (Grafik: Michael Doneus nach O'Sullivan, Unwin 2003, Fig. 4.9).

Räumliche Modelle haben den Zweck, die für eine Fragestellung als relevant erachteten Elemente, Eigenschaften und Beziehungen eines räumlichen Systems innerhalb eines abgegrenzten Bereiches nachzubilden und verstehbar zu machen. Modelle sind also subjektiv vereinfachte Abbildungen eines als System interpretierten Realraumes. Sie versuchen mir möglichst wenigen Parametern auszukommen, deren Elemente typologisiert und klassifiziert werden (Klein 2005, 340; Wirth 1979, 130). Gary Lock sieht sie als wichtiges Hilfsmittel, mit welchem man sich in iterativen Schritten einem Verstehen nähern kann, indem man in explorativer, reflektierender Art Parameter auswählt, verändert und auf diese Weise neue Ideen zulässt:

„Modeling is central to the process of research as a quest for new understanding. Models are extensions of thinking about a problem … The modeling process should be an iterative one that stimulates thinking and new ideas so that a result is not an absolute conclusion but an interim stage of understanding and a platform from which to launch new work. This creates a situation of playing with data, of teasing out patterns and relationships that register within a wider framework of interpretation" (Lock 2000b, 60).

12.1.1 Verbreitungen

Modelle und die statistische Analyse von Verbreitungen spielen im Prozessualismus eine zentrale Rolle. Sie sind somit der Schlüssel, um den Zugang der prozessualen Archäologie zur Landschaft herauszuarbeiten. Weiter unten werden die am weitesten verbreiteten Modelle des Prozessualismus kurz diskutiert und kritisiert (vgl. Kapitel 12.1.2). Häufig geht mit einer modellhaften Analyse auch eine Interpretation der Verteilung von Fundstellen, vor allem von Siedlungen einher. So sagt zum Beispiel das Modell der zentralen Orte (vgl. Kapitel 12.1.2.2) eine regelmäßige Verteilung von Siedlungen (in einer uniformen Landschaft) voraus, andere Modelle wiederum führen zu lokalen Anhäufungen.

Es ist daher von Interesse, eine Siedlungsverteilung daraufhin zu überprüfen, ob sie zufällig, regelmäßig oder in manchen Bereichen geballt auftritt. Dazu müssen die kartierten Ereignisse vergleichbar gemacht werden – dies geschieht in der Regel durch ihre Darstellung in Punktform:

„A point is the most fundamental means of representing a geographical phenomenon and requires a single pair of coordinates" (Walford 1995, 349).

Zusätzlich müssen einige Bedingungen erfüllt sein (O'Sullivan, Unwin 2003, 78 f.): Ebenes Koordinatensystem, die Abgrenzung des untersuchten Raumes muss argumentativ gestützt sein (keine zufällige Abgrenzung), alle relevanten Ereignisse (Fundstellen) müssen in die Analyse mit einbezogen werden, jedes Ereignis muss und darf nur durch einen Punkt repräsentiert sein, dessen Lage gut lokalisierbar sein muss.

Aus diesen Forderungen ergeben sich für archäologische Analysen mehrere Probleme. Sie machen eine Analyse zwar nicht unmöglich, erschweren deren Interpretation aber zum Teil erheblich:

(1) Nur in den seltensten Fällen ist eine ausreichend vollständig vorhandene Information zu einer Fundstellenverteilung vorhanden. Meist gibt es aufgrund einer Vielzahl von Faktoren unterschiedlich große quantitative und qualitative Lücken, welche noch dazu schwer zu beurteilen sind. So ist das Vorhandensein eines fundleeren Raumes nicht in jedem Fall eine Forschungslücke. Daher reduziert sich die Auswertemöglichkeit in der Archäologie zumeist darauf, ein in der Praxis unvollständig erhaltenes Muster daraufhin zu überprüfen, ob es sich aus einer ursprünglich regelmäßigen Verteilung stammen, oder in manchen Bereichen Zusammenballungen aufweisen könnte (vgl. Mayer 1992).

(2) Viele Fundstellendaten sind aus Altfunden überliefert. Die Genauigkeit der Lageangabe variiert zum Teil erheblich. Manchmal ist lediglich der Flurname bekannt, oft nur der Ortsname.

(3) Die chronologische Ansprache der Fundstellen ist ebenfalls von vielen Faktoren abhängig (Erhaltung von Keramik, chronologische Unterscheidbarkeit etc.) und schwankt in ihrer Präzision. Gleichzeitigkeit bzw. ein zeitliches Hintereinander lassen sich in vielen Fällen nicht mit Bestimmtheit feststellen.

Bereits weiter oben wurde festgestellt, dass es praktisch keine zufällige räumliche Verteilung geografischer

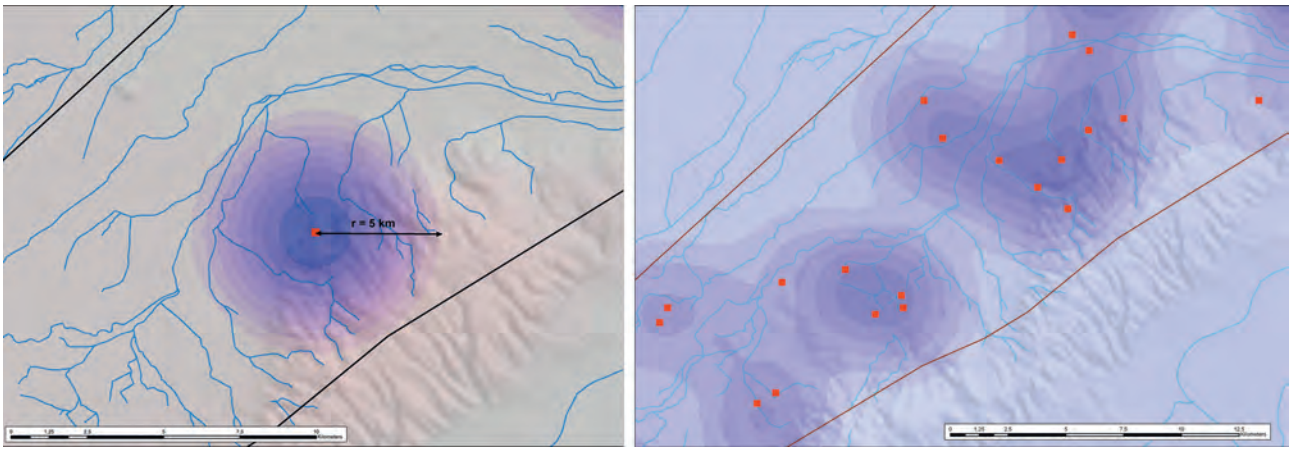


Abb. 170: Schema der simplen Kerndichteschätzung. Links: Kernel mit 5 km Radius um einen einzelnen Punkt. Rechts: Kerndichteschätzung anhand der späteisenzeitlichen Siedlungen im Leitharaum. Hintergrund: SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

Phänomene geben kann. Dies gilt auch für archäologische Muster und Ereignisse, selbst wenn in diesen Fällen immer ein gewisses Zufallselement inhärent ist. Ein zufälliges Verteilungsmuster ist daher in erster Linie Resultat der unterschiedlichen Erhaltung und Auffindung. Auch Ballungen können auf eine erhöhte, regionale archäologische Tätigkeit oder einer Voreingenommenheit bei der Prospektion (wenn etwa vor allem bestimmte Bodenarten begangen werden) zurückzuführen sein. Sie können aber auch die wirtschaftliche oder soziale „Antwort" auf das Vorhandensein bestimmter Ressourcen (z. B. Gaffney, Stančič 1991, 66 ff.), das Vorhandensein eines regionalen Zentrums (Conolly, Lake 2006, 163) oder etwa ein Schutzbedürfnis sein (Gaffney, Stančič 1991, 77 ff.; Hodder, Orton 1976, 85 f.).

Besonderes Interesse erwecken regelmäßige Verteilungen (Hodder, Orton 1976, 54 f.), da sie auf eine bestimmte soziale Organisation zurückzuführen sind. Ob diese wirtschaftlich, hierarchisch oder politisch zu interpretieren sind, hängt nicht zuletzt vom vorherrschenden Paradigma und den verwendeten Modellen ab.

Für die statistische Beschreibung eines Punktmusters gibt es zwei unterschiedliche Zugänge: die Berechnung der Punktdichte und die Berechnung der Abstände zwischen den Punkten. Im ersten Fall erhält man Aussagen zur Abhängigkeit der Siedlungsdichte von geografischen Faktoren (Variation von Effekten erster Ordnung), im anderen Fall zeigen die Analysen Beziehungen der Fundpunkte untereinender (Variationen zweiter Ordnung), die natürlich von der Distanz abhängen (O'Sullivan, Unwin 2003, 79).

Die Dichte einer Punktverteilung wird zumeist über die *Quadratanalyse* berechnet (Abb. 168). Ein Raster wird über das Untersuchungsgebiet gelegt und die Ereignisse pro Rastereinheit gezählt. Die sich daraus ergebende Häufigkeitsverteilung kann man mit einer zufälligen Verteilung

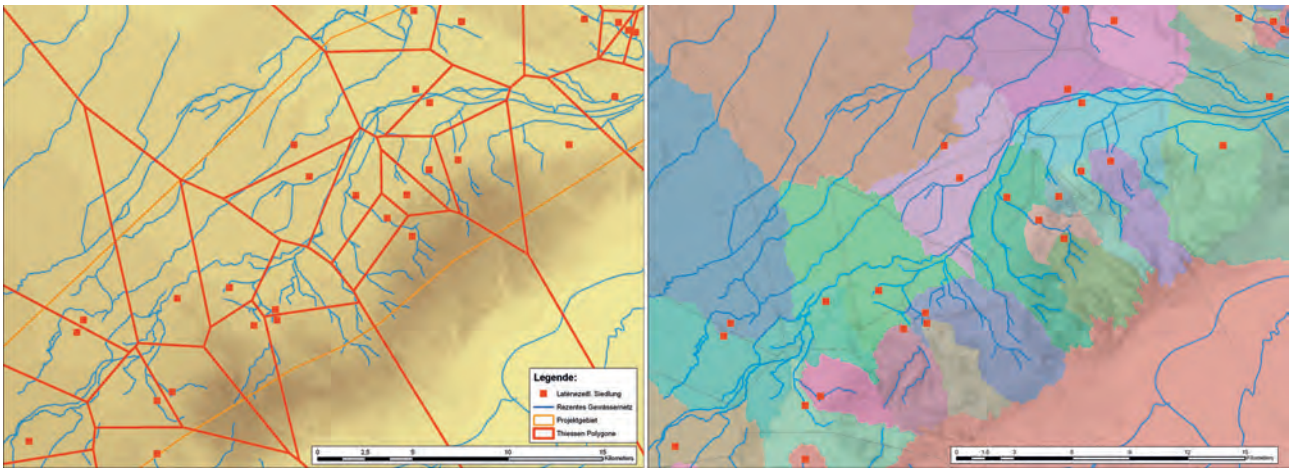


Abb. 171: Leithagebiet, NÖ. Links: Thiessen-Polygone der latènezeitlichen Siedlungen (begrenzt durch Projektgebiet). Rechts: auf Basis der Hangneigung berechnete Gebietszuweisungen. Hintergrund: SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

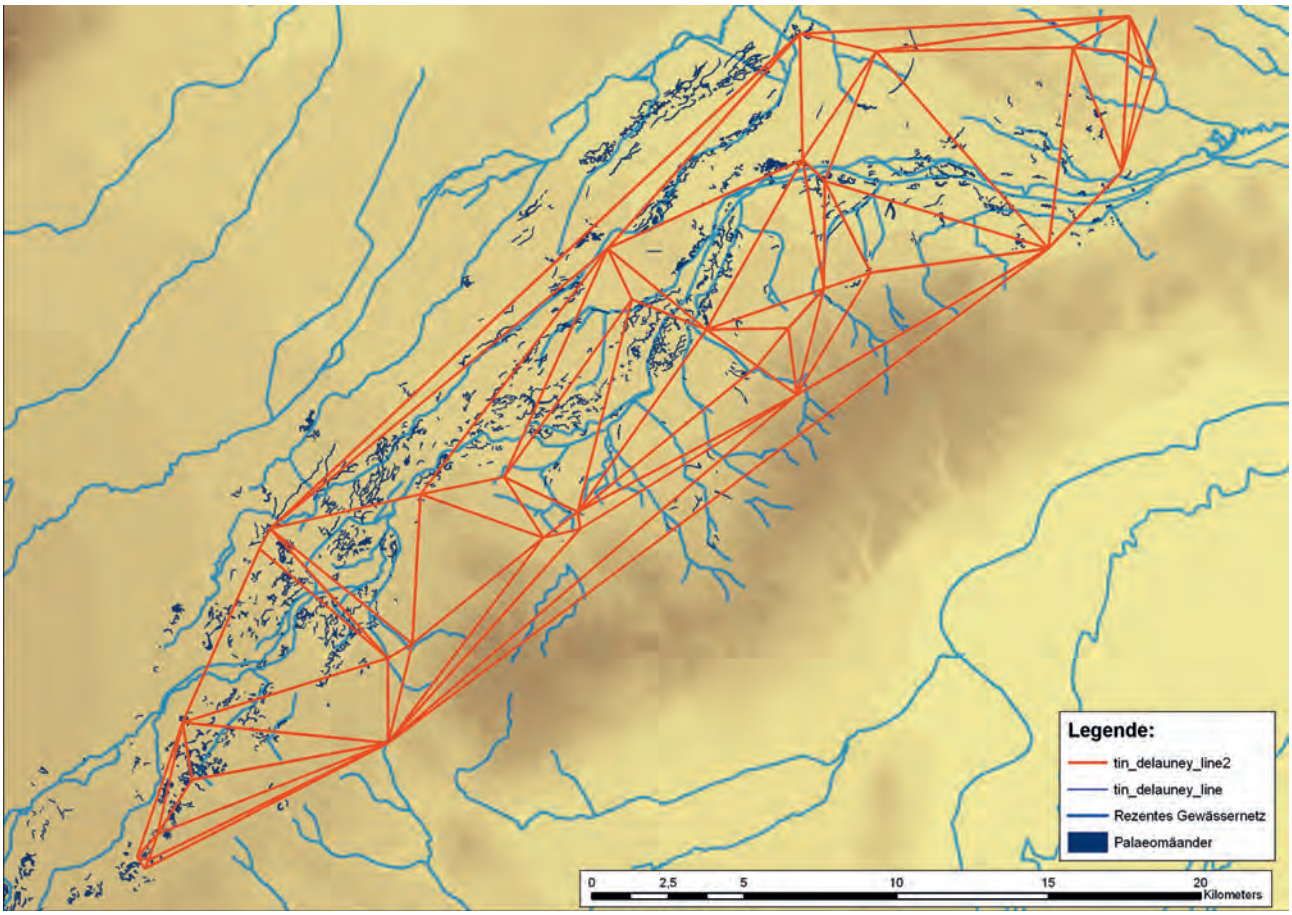


Abb. 172: Leithagebiet, NÖ. Delauney-Triangulation der latènezeitlichen Siedlungen. Hintergrund: SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

(meist Poisson), denen anderer Gebiete oder der sich aus einer Simulation ergebenden Verteilung vergleichen. Dies geschieht über statistische Tests. Definition des Untersuchungsraumes sowie Größe und Orientierung der Rasterelemente beeinflussen das Ergebnis. Für zuverlässige Ergebnisse bedarf es zudem einer gewissen Anzahl von Fundpunkten (O'Sullivan, Unwin 2003, 82 ff.; Walford 1995, 355 ff.; Hodder, Orton 1976, 36 f.).

Die Beschreibung der Punktabstände erfolgt über die Analyse der *nächsten Nachbarn* (NN – *nearest neighbour* – Abb. 169) (O'Sullivan, Unwin 2003, 88 ff.; Walford 1995, 358 ff.; Conolly, Lake 2006, 164 ff.). Diese lässt sich verhältnismäßig einfach berechnen und resultiert je nach angewandter Formel in einem Koeffizienten, welcher einfach zu interpretieren ist und anzeigt, ob die zugrunde liegende Verteilung zufällig, regelmäßig oder geballt ist. Diese Methode ist jedoch sehr anfällig für Randeffekte. Die Grenzziehung des Untersuchungsgebietes muss daher mit Bedacht durchgeführt werden. Auch gibt es einzelnen Verteilungen (z. B. reguläre Cluster), welche zu falschen Ergebnissen führen und die Einbeziehung zweiter, dritter oder vierter Nachbarn notwendig machen (Walford 1995, 361; Mayer 1992).

Die Ergebnisse der beiden Berechnungsarten müssen in jedem Fall mit großer Vorsicht interpretiert werden. In beiden Fällen wird ein homogener Raum vorausgesetzt. Ist dieser nicht gegeben, so sind die Häufigkeitsverteilung und der Koeffizient per se nicht interpretierbar, da etwa eine regelmäßige Verteilung von Siedlungen entlang der Täler eines alpinen Raumes eine zufällige oder geballte Verteilung ergeben kann, wenn man sie auf einen homogenen Raum projiziert.

Diese statistischen Beschreibungen sind vor allem dann nützlich, wenn man wissen will, ob sich ein vorhandenes Siedlungsmuster aus einem bestimmten Prozess heraus ergeben kann. Dazu muss man anhand eines Modells den Prozess simulieren. Das resultierende Punktmuster kann man denselben Analysen unterziehen und die Ergebnisse anhand statistischer Tests vergleichen (Mayer 1992, 127 ff.). Dadurch lassen sich diese Tests auch in nicht homogenen Räumen bis zu einem gewissen Grad sinnvoll anwenden.

Vor allem die den archäologischen Analysen zugrunde liegenden Muster sind nicht vollständig und können besten-

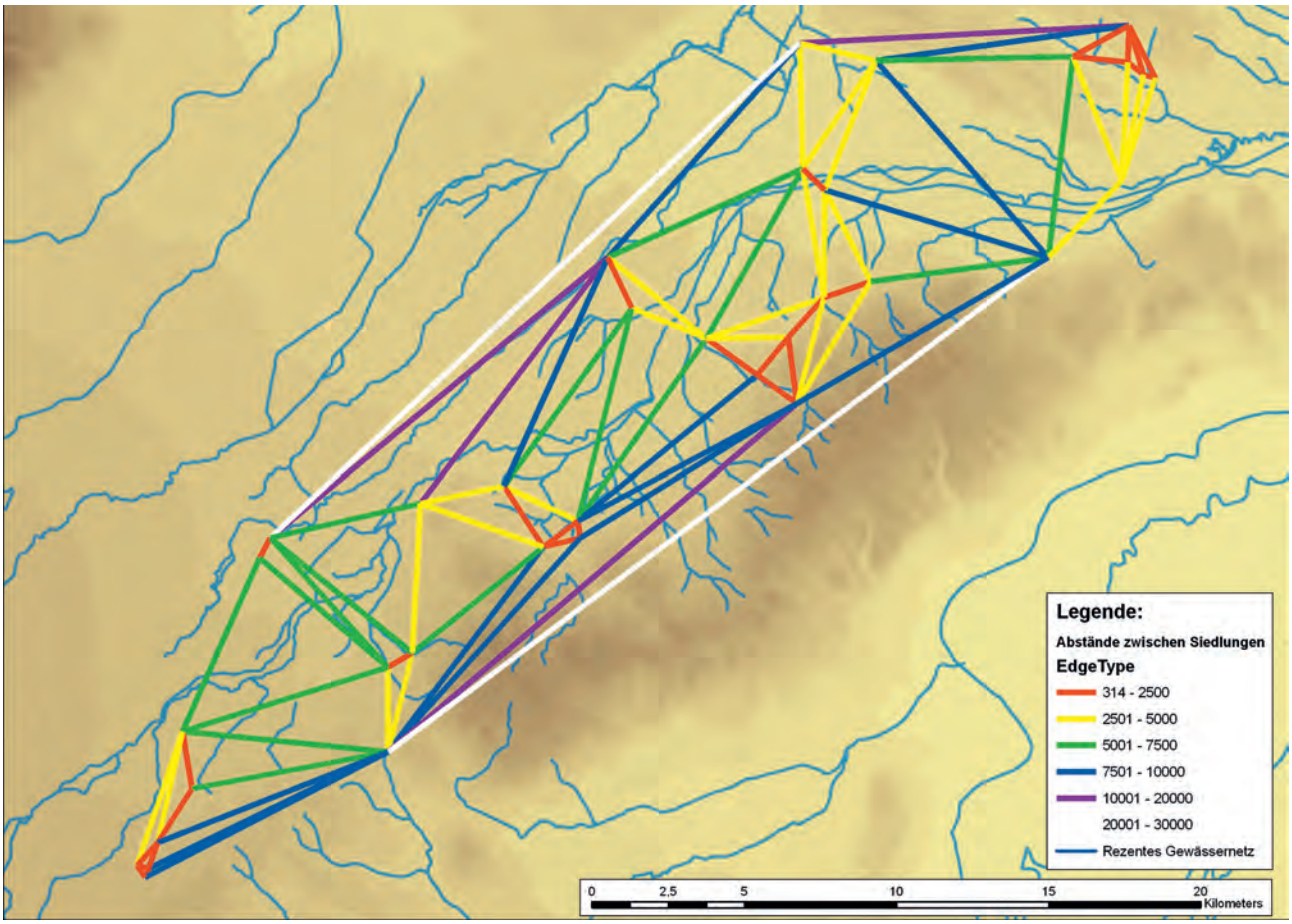


Abb. 173: Leithagebiet, NÖ. Abstände zwischen latènezeitlichen Siedlungspunkten basierend auf einer Delauney-Triangulation. Hintergrund: SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus – vgl. Abb. 172).

falls als Stichprobe bezeichnet werden. Deshalb erscheinen Quadrat- und NN-Analyse für viele archäologische Daten nicht sehr zielführend zu sein. Zudem fehlt ihnen eine grafische Komponente. Selbst wenn die Tests etwa eine Ballung ergeben, können sie nicht zeigen, wo diese Konzentration stattfindet:

„Geographische Verbreitungsmuster haben eine oft sehr komplizierte Struktur und weisen Gestaltelemente auf, die man zwar beim Blick auf eine Karte intuitiv erfassen kann, die sich aber einer mathematischen Formulierung entzieht" (Wirth 1979, 174).

Die *Kerndichteschätzung* (KDE – *kernel density estimate*) kann trotz oder gerade bei unvollständiger Überlieferung eingesetzt werden, wenn man das überlieferte Muster als repräsentativ ansehen kann. Dadurch lassen sich anhand der überlieferten Punktverteilung fehlende Ereignisse mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit rekonstruieren (Abb. 170). Dazu wird für jedes einzelne Element eines über das Untersuchungsgebiet gelegten Rasters die Dichte ermittelt, welche aus einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsfunktion (z. B.: eine Normalverteilung) und einem frei wählbaren Radius besteht. Ergebnis ist eine Dichtekarte, welche an jeder beliebigen Stelle des Untersuchungsgebietes die Wahrscheinlichkeit für das Vorhandensein eines der Karte zugrunde liegenden Ereignisses (etwa einer Siedlung) anzeigt (Conolly, Lake 2006, 175 ff.; O'Sullivan, Unwin 2003, 85 ff.). Je nach gewähltem Radius kann die KDE jedoch zu durchaus unterschiedlichen Ergebnissen führen (siehe z. B. Conolly, Lake 2006, 176: Fig. 8.17). Abb. 170 beschreibt die interpolierte Dichte (Funktion: quadratischer Kern, Radius: 5.000 m) der latènezeitlichen Siedlungen entlang der Leitha südlich von Wien. Das Ergebnis zeigt die Wahrscheinlichkeit, mit der sich Siedlungen in den entsprechenden Zonen befinden. Es bilden sich aufgrund der vorhandenen Daten Dichtezentren, deren Interpretation jedoch unter Berücksichtigung zahlreicher verzerrender Faktoren (z. B. Geländebeschaffenheit, Fundüberlieferung) erfolgen muss.

Weitere Analysemöglichkeiten punktueller Verteilungen finden sich in der neueren archäologischen Literatur (z. B. Wheatley, Gillings 2002, 127 ff.; Conolly, Lake 2006, 162 ff.). Die bisherigen Berechnungen versuchen, ein Ereignis anhand eines Punktes vergleichbar zu machen. Im

Fall von Siedlungen wurde jedoch bereits weiter oben argumentiert, dass diese eigentlich nicht punktuell, sondern vielmehr im Sinne eines Gemeinschaftsraumes betrachtet werden müssten. Um diesem Konzept gerecht zu werden, bedarf es anderer Analysen, welche Regionen um die einzelnen Ereignispunkte generieren. Am häufigsten werden dabei kreisförmige Umfelder mit mehr oder weniger gut argumentierten Radien verwendet (vgl. S. 285). Eine andere Möglichkeit besteht in der Berechnung sogenannter *Thiessen-Polygone* (auch Tesselierung oder Voronoi Diagramme genannt) (Wheatley, Gillings 2002, 149 f.; Conolly, Lake 2006, 211 ff.; Hodder, Orton 1976, 59 ff.).

Auch bei dieser Methode geht man von einem Punktmuster aus, welches in fast allen Fällen die überlieferten Siedlungen einer bestimmten chronologischen Phase repräsentiert. Jedes einzelne Polygon umschreibt dabei einen Siedlungspunkt in der Art, dass die Distanz von jedem beliebigen Platz innerhalb des Polygons zum umschriebenen Punkt kürzer ist, als zu jedem beliebigen anderen der Verteilung. Die Grenze zwischen zwei umschreibenden Polygonen verläuft somit exakt in der Mitte zwischen zwei benachbarten Siedlungspunkten. Jedes Polygon entspricht somit dem Umfeld einer Siedlung, welches nur so groß sein kann, bis es ans Umfeld der benachbarten gleichzeitigen Orte grenzt (Abb. 171, links). Dabei ist auch die Annahme wichtig, dass die benachbarten Siedlungen auf einer gleichen hierarchischen Ebene stehen – dies wäre bei zwei gleich großen benachbarten Dörfern gegeben, bei einer Nachbarschaft zwischen einer Stadt und einem Dorf nicht mehr. Die Annahme eines homogenen Raumes ist nicht zwingend, die Berechnung kann auch anhand von sog. Cost-Surfaces (vgl. Kapitel 14.2.3) erfolgen (van Leusen 1999, 216). In der rechten Hälfte von Abb. 171 wurden die Thiessen-Polygone auf Basis der Hangneigung berechnet. Selbst im verhältnismäßig flachen Gelände entlang der Leitha zeigen sich zum Teil große Unterschiede. Wichtig für die Interpretation und weitergehende Aussagen wäre jedoch die Annahme einer Vollständigkeit des Datensatzes der Fundstellen. Der Beitrag der Thiessen-Polygone im Rahmen moderner Umfeldanalysen ist wegen dieser zugrunde liegenden Annahmen (einheitliche hierarchische Stellung, einheitliche Form des Transports, System der Profitmaximierung etc.), die in der Realität praktisch nirgendwo erfüllt sind durchaus umstritten (Conolly, Lake 2006, 212).

Thiessen-Polygone erlauben auch die Herstellung von Dichtekarten einer Fundstellenverteilung (Saile 1998, 139; Zimmermann et al. 2004, 51 ff.). Dabei wird von jedem Eckpunkt eines Thiessen-Polygons der maximale Kreisradius berechnet, bei welchem noch keine Fundstelle im konstruierten Kreis enthalten ist. Der Kreisdurchmesser entspricht somit dem kleinsten Fundstellenabstand in diesem Punkt. Wiederholt man diese Messung für jeden Polygonpunkt aller Thiessen-Polygone, so erhält man einen Datensatz (Polygonpunkte und jeweiliger Kreisradius), welcher durch Kriging interpoliert werden kann. Die aus der interpolierten Oberfläche abgeleiteten Isolinien zeigen die Fundstellendichte an: Die Distanzen der Fundstellen zur jeweils benachbarten Fundstelle innerhalb einer jeden Isolinie sind kleiner als deren Wert. Aus den Isolinien lassen sich in der Folge Fundstellenkonzentrationen, deren Grenzen sowie flächenhafte Ausdehnung ableiten (Zimmermann et al. 2004, 53 f.). Andreas Zimmermann (Zimmermann et al. 2004) versucht anhand dieser Isolinien, ausgehend von detailliert durch Grabung und Feldbegehung untersuchten „Schlüsselgebieten" die abgeschätzten Bevölkerungszahlen auf kleinere Maßstäbe zu übertragen (er nennt dies *upscaling* – Aufwärtsskalierung).

In der Praxis wird die Berechnung der Thiessen-Polygone über eine *Delaunay-Triangulation* durchgeführt (Abb. 172). Hierbei werden die Punkte einer Verteilung zu einem Dreiecksnetz in der Weise verbunden, dass die Umkreise eines jeden Dreieckes keinen weiteren Punkt der zugrunde liegenden Verbreitung enthalten (Wheatley, Gillings 2002, 149). Errichtet man über den Mittelpunkten jeder Linie des Dreiecksnetzes eine Senkrechte und verlängert sie, bis sie mit der Senkrechten aus der benachbarten Dreieckslinie zusammentrifft, so erhält man die Thiessen-Polygone (Zimmermann 1992, 107).

Darüber hinaus kann man sämtliche Längen der Dreieckskanten in einem Histogramm zusammenfassen und erhält somit die Verteilung der Siedlungsplatzentfernungen des zugrunde liegenden Punktmusters. Dadurch lassen sich eventuell vorhandene Regelabstände gut erkennen. So konnte A. Zimmermann anhand der Verteilung bandkeramischer Siedlungen im Rheinland zeigen, dass sich in dem aus der Delauney-Triangulation abgeleiteten Histogramm der Siedlungsentfernungen Maxima bei 1.8, 3.5 sowie 7 und 10 km fanden (Zimmermann 1992, 108 f.). Diese deutete er als „kleinräumige Siedlungskonzentrationen", Abstände zwischen Siedlungen benachbarter Täler und bei den weiteren Distanzen als Abstände zwischen einzelnen Siedlungskammern.

Durch Verwendung eines GIS lassen sich diese Häufungen bestimmter Entfernungen kartieren und somit besser visualisieren. Die in Abb. 173 dargestellten Abstände zwischen latènezeitlichen Siedlungen zeigen ähnliche Abstandshäufungen im Bereich bis 10 km. Vor dem Hintergrund einer Kerndichteschätzung kartiert zeigt sich, dass die beiden Abstandsgruppen bis 5 km innerhalb der Dichtezentren der Siedlungsverteilung liegen, während die Ab-

stände, welche 5 km überschreiten, unterschiedliche Zentren miteinander verbinden.

12.1.2 Beispiele von Modellen

In der Landschaftsarchäologie zeigen sich die prozessualen Einflüsse in zahlreichen Arbeiten. Typisch ist die Verwendung diverser Modelle, welche ursprünglich von der Ethnografie, Ökologie und theoretischen Geografie entwickelt und im Rahmen der New Archaeology übernommen worden waren.

Darunter finden sich etwa das von Binford entwickelte Modell der Strategie der optimalen Nahrungssuche (*foraging strategy* bzw. *logistical strategy*) von Jäger- und Sammlergesellschaften (Binford 1980). Gerade für jene Gesellschaften wird angenommen, dass die benötigten Ressourcen der wichtigste Faktor für ihr räumliches Verhalten war. Basierend auf dieser Prämisse wurden zahlreiche Modelle für mobile Gruppen erarbeitet. Ausgehend von der angenommenen Ressourcenverteilung (*resource-concentration models*) eines Gebietes werden dabei Aktivitätsmuster erarbeitet und mit Artefaktverteilungen verglichen (Butzer 1982, 223 ff.).

Viele Modelle beziehen sich auf sesshafte Gruppen egalitärer oder urbaner Gesellschaften. Prinzipiell werden dabei zwei Aspekte einer Siedlungsverteilung untersucht (Brather 2006, 60): Standortfaktoren basierend auf Ressourcenverteilung (z. B. Thünensche Ringe, *foraging strategy*, Archäoprognosen) und die Organisation der Besiedlung (u. a. zentrale Orte, Zentrum-Peripherie-Modell, Rang-Größen-Regel, Gravitätsmodell).

Bei den Standortfaktoren geht es zumeist um eine Gegenüberstellung von Siedlung und natürlichen Gegebenheiten, gemäß der prozessualen Maxime, kulturelle Äußerungen seien eine Reaktion auf die Vorgaben der Natur. Die Untersuchung der gesellschaftlichen Organisation ist weniger ökodeterministisch geprägt und versucht anhand der Modelle, die komplexe Realität zu vereinfachen und einer archäologischen Analyse zugänglich zu machen. Aufgrund von Ortsgrößen, Distanzen und regionalen Anordnungen werden die Beziehungen zwischen den Siedlungen analysiert.

Wie sich am Ende dieses Kapitels zeigen wird, setzen sämtliche der hier vorgestellten Modelle aufgrund ihres simplifizierenden Charakters spezielle Annahmen voraus, welche stark einschränkend wirken und die Ergebnisse oftmals hinterfragbar machen.

12.1.2.1 Modelle mit Bezug auf Standortfaktoren

Von Thünen und die Umfeldanalyse

Die Optimal-Foraging-Theorie bildet mit ihrer Annahme eines gewinnmaximierend denkenden und handelnden Menschen eine Grundlage für das Modell der Thünenschen Ringe. Dieses bereits weiter oben kurz skizzierte Modell (vgl. S. 90) wird in archäologischen Analysen oft anhand der von Claudio Vita-Finzi und John Higgs konzeptionierten Umfeldanalysen (*site catchment analysis*) untersucht (Vita-Finzi, Higgs 1970; siehe auch: Wheatley, Gillings 2002, 159–162; Conolly, Lake 2006, 224–225; Schade 2000, 152: FN91; Bintliff 2009b).

Das Modell geht von einem ökonomisch rational denkenden Menschen aus, der den Arbeitsaufwand durch räumliche Organisation zu minimieren versucht. Dies erreicht er, indem er seinen Siedlungsplatz möglichst nahe an die hauptsächlich genutzten Ressourcen legt, und das Umfeld in Abhängigkeit zur Entfernung von der Siedlung optimiert. In der Praxis werden Kreise um eine Ansiedlung gezogen. Deren Radien werden aufgrund von Annahmen zur Distanz, die innerhalb einer bestimmten Zeitspanne (meist eine oder zwei Stunden) zurückgelegt werden kann, gezogen. Somit erhält man ein idealisiertes Modell des Territoriums einer Ansiedlung. Innerhalb dieses Territoriums nimmt man an, dass unterschiedlich genutzte Gebiete in konzentrischen Kreisen angeordnet um die Ansiedlung liegen, wobei arbeitsintensive Nutzungen näher am Wohnbereich zu finden seien. In unmittelbarer Nähe zu den Wohnbereichen lägen im Falle einer landwirtschaftlich ausgerichteten Ansiedlung somit die Gärten sowie die Bereiche für Geflügel und ev. Schweine, dann kämen Felder, etwas weiter entfernt Weiden und Wälder; eventuell ist in solchen Darstellungen auch das nahe Gewässer mit dem Auebereich enthalten (z. B. Delano Smith 1987, Abb. 6; Schade 2000, Abb. 22; Jankuhn 1977, Abb. 20; Roberts 1996, Figure 2.5; Aston 1985, Abb. 59).

Die Thünenschen Ringe lassen sich mit entsprechend vergrößertem Radius prinzipiell auch für Gesellschaften, welche als Jäger und Sammler einen nomadischen Lebensstil verwirklichen, anwenden (Bintliff 1999, 506). Abgesehen davon wurden speziellere Modelle unter anderem von Lewis Binford zu Beginn der 1980er Jahre entwickelt (*foraging* und *logistical strategy*) (Bernbeck 1997, 155 ff.).

Basierend auf diesem Modell lassen sich unterschiedliche Fragestellungen untersuchen: Archäologen nahmen unter anderem an, dass man durch Untersuchung der natürlichen Ressourcen im Umfeld einer Siedlung auf die Wirtschaftsweise schließen könne (Roper 1979, 131 f.; Saile 1997, 227). Ein Beispiel dazu findet sich in den von Vince Gaffney und Zoran Stančič publizierten GIS-Analysen auf der kroatischen Insel Hvar (Gaffney, Stančič 1991, 48 ff.). Zudem ließe sich auch die Frage, ob die Ressourcen innerhalb des berechneten Umfeldes für die Ernährung einer angenommenen Bevölkerung ausreichen, anhand der Umfeldanalyse

untersuchen (Flannery 1976c, 92 f.; Ebersbach, Schade 2004), beziehungsweise könne man feststellen, wie viele Personen von den Ressourcen eines bestimmten Umfeldes ernährt werden könnten. Darüber hinaus müsste es möglich sein, anhand der Ressourcenverteilung im Umfeld bekannter Siedlungen auf potenzielle weitere Lokalitäten für Siedlungen zu schließen (Conolly, Lake 2006, 224 f.).

Im deutschsprachigen Raum war Wolfgang Linke der Erste, welcher Umfeldanalysen im Rahmen einer siedlungsarchäologischen Arbeit verwendete (Linke 1976). Jürgen Kunow konnte das Modell anhand der von römischen Schriftstellern gemachten Angaben erfolgreich anwenden (Kunow 1989, 381). Mittlerweile haben Umfeldanalysen in praktisch alle jüngeren Arbeiten Eingang gefunden. In vielen Fällen werden dabei Kreise mit zuvor mehr oder weniger gut argumentiertem Radius (Bintliff 2000a, 23) um eine Siedlung gezogen (z. B. Linke 1976; Saile 1998, 101 ff.) – einige unterschiedliche Beispiele und deren Argumentation finden sich auch bei Dagmar Dreslerová (Dreslerová 1995). John Bintliff glaubt, anhand von Siedlungsverteilungen wiederholt Größenklassen der Umfelder von 5 km, 3–4 km, 2–3 km und 1–2 km vorzufinden (Bintliff 1999, 523).

In jedem Fall impliziert ein kreisförmiges Territorium einen einheitlichen, von Natur aus qualitativ gleichmäßig gestalteten, vom Menschen unbeeinflussten Raum. Da dies nur in seltenen Fällen gegeben ist, ist man vielerorts dazu übergegangen, die Begrenzung des Umfeldes entsprechend der Topografie zu ziehen (z. B. Schier 1990). Unter Anwendung des Konzeptes der Cost-Surfaces lassen sich heute die Begrenzungen von Umfeldern innerhalb eines GIS relativ einfach berechnen (vgl. Kapitel 16.3). Ausgangspunkt ist vor allem die Topografie (v. a. Hangneigung), aber auch anderer Faktoren lassen sich modellieren, und bestimmen in der Folge die Grenze eines Umfeldes (z. B. Massagrande 1999).

Umfeldanalysen sind in der Regel statisch; sie gehen von einem sich nicht veränderndem Gebiet aus. Sven Ostritz versucht dieses Problem zu thematisieren, indem er die von Sielmann übernommenen kreisförmigen Radien von 750 m als „potenzielles Wirtschaftsgebiet“ bezeichnet und vom sich ständig wandelnden, tatsächlich genutzten, dem Archäologen in Lage und Ausdehnung nicht bekannten „realen Wirtschaftsgebiet“ unterscheidet (Ostritz 1991, 334). Ausgehend von der Umfeldanalyse versuchte Kent V. Flannery, die dynamische Entwicklung eines Siedlungsmusters entlang des mexikanischen Atoyac-Flusses im Oaxaca-Tal als Prozess darzustellen, der in mehreren Phasen abläuft (Flannery 1976a). Dabei würden die 5 km großen Radien der ursprünglichen Siedlung und ihre Tochtersiedlungen in der dritten Phase durch weitere Ansiedlungen halbiert. Flannery folgert daraus, dass die Distanzen sozial und nicht ökonomisch zu deuten seien (Flannery 1976a, 178). Diese Abstände in einer räumlich gesehen linearen Auffädelung von Ansiedlungen konnte J. Bintliff auch in flächenhaften Verteilungen nachvollziehen (Bintliff 1999, 516 ff.). Er argumentiert anhand von sozialanthropologischen Studien, dass der Grund für die Gründung von Tochtersiedlungen vor allem aus der demografischen Situation heraus gesucht werden muss (siehe auch Bintliff 2009b).

Trotz dieser in der Archäologie häufigen und durchaus erfolgreichen Nutzung der Thünenschen Ringe sollte bedacht werden, dass die Anwendung der Umfeldanalyse einiger grundlegender Annahmen bedarf. Die dem Konzept von Thünens ursprünglich zugrunde liegende Einschränkung eines ebenen, homogenen Raumes kann zwar durch die Verwendung von Cost-Surfaces bei den Berechnungen der Distanzen weitgehend aufgehoben werden. Zumeist wird dabei jedoch nur die Information zum Geländerelief integriert.

Die Ableitung einer wahrscheinlichen Wirtschaftsweise aufgrund von prozentuellen Anteilen der räumlich differenzierten Ausstattung des Umfeldes (Saile 1998, 108 ff.) erscheint aus mehreren Gründen höchst problematisch: Wie bereits weiter oben ausgeführt wurde (vgl. Kapitel 8.2.2.1), ist eine Übertragbarkeit moderner Bodenverhältnisse nicht gegeben und muss für jedes Umfeld argumentiert werden. Zudem ergibt sich bei der häufig festgestellten Tendenz, Siedlungen in Wassernähe zu gründen, automatisch ein bestimmter prozentualer Anteil von Auenstandorten innerhalb des Umfeldes.

Abgesehen davon kann eine Umfeldanalyse, so plausibel sie auch erscheinen mag, in keiner Weise geltend machen, dass im Umfeld gelegene Ressourcen auch tatsächlich genutzt wurden, oder nur nahe gelegene Ressourcen intensiv genutzt wurden. Zudem werden die einzelnen Variablen (z. B. Bodenfruchtbarkeit) in so gut wie allen Fällen als prozentueller Anteil ausgegeben. Dies lässt jedoch noch keine Aussage zu, wo diese in Bezug auf das Zentrum des Umfeldes verteilt liegen. Wichtiger als deren prozentuale Verteilung erscheint daher ihr eventuell räumlich differenziertes Vorkommen (vgl. Flannery 1976c, 94; Forbes 2007, 189). Richard W. Unger verweist auf die zumeist nicht berücksichtigten rechtlichen und politischen Faktoren, wie Abgabe, Steuern, Zölle, Informationsdefizite, technischer Wandel oder das Missverhältnis zwischen Angebot, Nachfrage und Preis (Unger 2003, 73 f.).

Archäoprognose

Die bislang am häufigsten angewandten Modelle lassen sich unter dem deutschen Begriff der „Archäoprognose“ (*predictive modeling*) zusammenfassen. Es handelt sich dabei

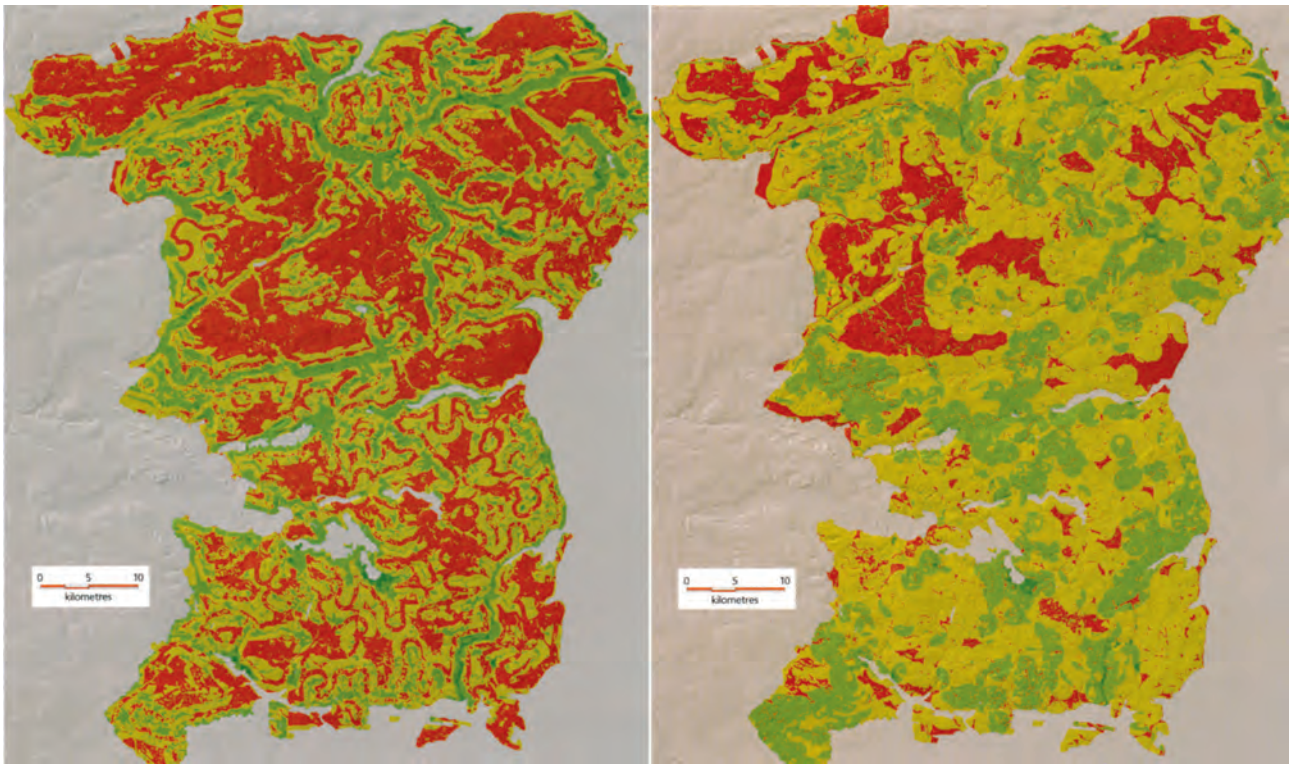


Abb. 174: Berechnung einer Vorhersagekarte mittels binärer Addition (links) und logistischer Regression (rechts) (aus Ejstrud 2003, Fig. 7 und Fig. 10).

um Vorhersagemodelle, welche aus verschiedenen Gründen kontroversiell diskutiert werden. Der Begriff „Archäoprognose" bezieht sich auf das Prognostizieren von Wahrscheinlichkeiten des Vorkommens archäologischer Fundstellen in einem bestimmten Gebiet. Die Prognosen werden aufgrund eines Modells erstellt, in das eine oder mehrere unabhängige Variablen einfließen (Conolly, Lake 2006, 179).

Wissenschaftstheoretisch entstammt die Idee dem prozessualen Denken. Ihre Anfänge finden sich im Nordamerika der 1970er Jahre (Banning 2002, 139). Durch die Einführung von GIS in der Archäologie erfuhr die Archäoprognose vor allem in Nordamerika aber auch in einigen Ländern Europas zahlreiche Anwendungen. Infolge des „Europäischen Übereinkommens zum Schutz des archäologischen Erbes" (Valetta Konvention von 1992) wurden speziell in den Niederlanden Strategien entwickelt, landesweite Archäoprognosen als Grundlage für Flächenwidmungspläne einzusetzen (van Leusen, Kamermans 2005, 7). In Deutschland gibt es entsprechende Ansätze im Zuge des Projektes „Archäoprognose Brandenburg" (Kunow, Müller 2003; Ducke, Münch 2005).

Eine ausgezeichnete, detaillierte *Einführung* in das Thema findet sich bei Martijn Van Leusen et. al. (van Leusen 2005). Vereinfacht gesagt lassen sich Archäoprognosen auf zwei Arten erstellen: deduktiv und induktiv. Die deduktiven Modelle werden aufgrund von theoretischen Überlegungen ausgearbeitet. Induktive Modelle beruhen auf einer bekannten Fundstellenverteilung und deren aus umweltbezogenen Variablen ermittelten Standortfaktoren. Da für ihn im Prinzip beide Arten von Modellen auf Vorwissen zu archäologischen Fundstellen beruhen, unterscheidet Thomas G. Whitley zwischen korrelativen (ergänzend, weil zusätzliches Vorwissen die Genauigkeit steigert und bisherige Modelle quasi ergänzt) und kognitiven Modellen, welche aufgrund von Überlegungen, auch unter Nichtberücksichtigung von tatsächlichen archäologischen Verteilungen, begründet sind (Whitley 2004, 7 f.). M. van Leusen unterscheidet je nach Zweck erklärende (*explanatory*) und korrelative (*correlative*) Modelle (van Leusen 2005, 30). Erstere helfen, die Verteilung archäologischer Fundstellen zu verstehen, Letztere sagen das Vorhandensein archäologischer Fundstellen möglichst genau vorher und dienen dem Denkmalschutz.

Es gibt unterschiedlichste Vorgangsweisen bei der Berechnung von Prognosekarten. Ted Banning erläutert die zahlreichen zugrunde liegenden Annahmen sowie die Berechnung induktiver Modelle (Banning 2002, 140 ff.). Diese sollten auf einer repräsentativen Stichprobe der vorhandenen Fundstellen beruhen. Diese wird in Nordamerika häufig durch zufällige Auswahl zu begehender Flächen erzeugt. In Europa wird hingegen zumeist die Hälfte der

bekannten Fundstellen für die Archäoprognose herangezogen und die andere Hälfte zur Überprüfung des Resultates verwendet (Conolly, Lake 2006, 181).

Im nächsten Schritt müssen jene Variablen erarbeitet werden, welche für die Bereiche mit Fundstellen relevant zu sein scheinen bzw. welche an jenen Plätzen dominant sind, wo keine Fundstellen entdeckt wurden. Dies erfolgt im einfachsten Fall durch einen simplen, explorativen Vergleich der Fundstellenverteilung in Bezug zu den einzelnen Variablen (Wheatley, Gillings 2002, 169 f.). In der Folge lässt sich aus dem Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Fundstellen in Bezug auf die Variable ein binäres Raster für das Untersuchungsgebiet erstellen. Durch Kombination (z. B. Addition) der Raster von mehreren Variablen kann somit die Wahrscheinlichkeit eines Fundstellenvorkommens berechnet werden (Ejstrud 2003, 125 f.; Stančič, Kvamme 1999).

Vielfach werden Analyse und Berechnung über statistische Verfahren erzeugt (Abb. 174). Häufig wird dabei die lineare oder logistische multiple Regression verwendet, wobei man als Ergebnis auch Kennwerte zum quantitativen Beitrag der einzelnen Variablen erhält (Wheatley, Gillings 2002, 171; Banning 2002, 142). Andere Verfahren verwenden die Clusteranalyse (Ducke 2003), Faktorenanalyse (Müller 1986) oder Bayesische Methoden (Ejstrud 2003, 131 f.) zur Berechnung der Wahrscheinlichkeiten. Aufgrund zahlreicher Untersuchungen empfehlen Philip Verhagen et al. vor allem bayessche Statistik und Dempster-Shafer-Theorie (Verhagen et al. 2009, 22).

Das Ergebnis sollte anhand der zuvor nicht ausgewählten Fundstellen überprüft werden. Dadurch lassen sich Aussagen zur Effektivität des Modells machen. Zudem können Bereiche mit hoher Fundstellenwahrscheinlichkeit gezielt begangen werden, um das Modell zu testen (Banning 2002, 142). Ein gutes Modell benötigt eine hohe Genauigkeit (Maß, wie gut hohe Rasterwerte mit Fundstellen übereinstimmen) und Präzision (jene Gebiete mit hohem Potenzial sollten auf das Minimum der tatsächlich vorhandenen Archäologie beschränkt sein). Das Verhältnis zwischen Genauigkeit und Präzision ergibt den Nutzen (*gain*) des Modells (Whitley 2004, 5): Eine Prognose, welche die tatsächlich vorhandene Archäologie anhand seiner Wahrscheinlichkeitswerte richtig vorhersagt, jedoch große Gebiete als archäologisch relevant ausweist, obwohl dort keine Fundstellen vorhanden sind, ist zwar prinzipiell korrekt, aber nutzlos (Conolly, Lake 2006, 185).

Die Archäoprognose findet vor allem in den USA *Anwendung* (siehe u. a. die Beispiele in Westcott, Brandon 2000). Seit dem letzten Jahrzehnt findet sie aber auch vermehrt in Europa Verbreitung (z. B. Kunow, Müller 2003). Generell gibt es dabei zwei Beweggründe: die praktische Anwendung im Rahmen des Denkmalschutzes und die Heuristik (Whitley 2004, 2 f.; van Leusen et al. 2005, 30). Die Hauptanwendung des predictive modeling liegt heute zweifellos beim Denkmalschutz. Anhand der Vorhersagemodelle lassen sich jene Zonen definieren, wo mit einer Häufung archäologischer Fundstellen zu rechnen ist und die deshalb in Flächenwidmungsplänen speziell zu berücksichtigen sind. In der Regel werden die Wahrscheinlichkeitswerte in Risikogruppen klassifiziert, wobei sich unterschiedliche Risikostrategien verfolgen lassen (Banning 2002, 143).

Als heuristisches Werkzeug wird die Archäoprognose benutzt, um anhand von Modellierungen und dem Vergleich der daraus abgeleiteten Vorhersagen mit der archäologischen Realität aufzuzeigen, durch welche Faktoren die Lage von Fundstellen beeinflusst wird. Im Idealfall ließen sich dadurch die Faktoren für das raumaneignende menschliche Verhalten in der Landschaft „verstehen und erklären" (Kamermans 1999, 1).

So häufig die Archäoprognose heute angewandt wird, so intensiv wird sie auch *kritisiert* (z. B. Ebert 2000, 133 f.; Ejstrud 2003, 131; Kamermans 2003, 153; Neustupný 2003, 294; Kamermans 2000, 142). Die zahlreichen zugrunde liegenden Annahmen verursachen zahlreiche methodische Schwierigkeiten. So ist ein Hauptproblem der induktiven Modelle, dass nur ein über bekannte Fundstellendaten erlangtes Vorwissen als Grundlage dient. Dies erscheint insofern ungenügend, als eine bestehende Fundstellenverbreitung so gut wie nirgends aus einer systematischen Prospektion entspringt, in welcher mehrere Methoden kombiniert zum Einsatz kamen. Bekanntes ist somit nicht unbedingt repräsentativ. Daher sind den zugrunde liegenden Daten je nach Region, Heimatforschern, Landnutzung, Art der materiellen Hinterlassenschaft, verwendeter Prospektionsmethode etc. zahlreiche Verzerrungen inhärent, welche auch das Resultat einer Archäoprognose negativ beeinflussen. Vor allem bei induktiven, auf Feldbegehungen beruhenden Modellen ergibt sich die paradoxe Situation, dass die am besten erhaltenen Fundstellen mitunter dort zu finden sind, wo bislang wenig entdeckt wurde (van Leusen et al. 2005, 31).

In Nordamerika, wo in Vorbereitung einer Archäoprognose eine zufällige Auswahl an Flächen begangen wird, geht man zwingend von der Annahme aus, dass dort, wo bislang nichts entdeckt wurde, auch keine materiellen Hinterlassenschaften vorhanden seien. Diese Annahme ist nicht minder gefährlich, da es keine einzige Prospektionsmethode gibt, welche alle Fundstellenarten in einer Region finden könnte. Vor allem die Feldbegehung (vgl. Kapitel 10.2)

kann ausschließlich Fundstellen entdecken, welche sich durch Artefakte an der Oberfläche ausweisen. Gräberfelder können so vielfach nicht entdeckt werden und finden somit keinen Eingang in Prognosekarten.

Oft werden sämtliche Fundstellen, unabhängig von ihrer Zeitstellung oder Funktion in die Modellerstellung einbezogen. Da sich die Präferenz für Siedlungsstellen durch die Zeit ändert und auch zeitgleiche Fundstellen unterschiedlicher Funktion (etwa Siedlungen und Gräberfelder) häufig in unterschiedlichen Lagen anzutreffen sind, kann sich dies nicht positiv auf die Ergebnisse auswirken (vgl. Kamermans 2003, 153).

Ein weiteres vielfach erkanntes Problem ist die geografischen Daten inhärente Autokorrelation. Dies bedeutet, dass zwei Orte sich in Bezug auf ihre Standort-Variablen der Wahrscheinlichkeit nach umso ähnlicher sind, je näher sie räumlich beieinanderliegen, was eine gewisse Redundanz impliziert. Dies ist ein grundlegendes Prinzip der Geografie (O'Sullivan, Unwin 2003, 28) und somit zwangsläufig in einer Archäoprognose gegeben. Zudem weisen viele der in Archäoprognosen benutzten Variablen eine Korrelation auf und sind voneinander bis zu einem gewissen Grad abhängig. Dadurch läuft man vor allem bei den induktiven Modellen Gefahr, einen auf Korrelation beruhenden Zusammenhang von Variablen kausal zu beurteilen und somit Beschreibung (oder Erkennen von Zusammenhängen) mit Erklärung zu verwechseln (Kamermans 2003, 153).

Die Archäoprognose hat also keine erklärende Funktion. Dies wäre nicht weiter tragisch, birgt jedoch ein gewisses Gefahrenpotenzial. Dies ist dann gegeben, wenn das Ergebnis z. B. im Denkmalschutz mit der archäologischen Realität verwechselt wird. So betont Martin Kuna die Gefahr, welche von Archäoprognose-Karten ausgeht, wenn diese nicht korrekt interpretiert werden (Kuna 2000, 185 f.). Karten aus Archäoprognosen sind Wahrscheinlichkeitsmodelle und können niemals anzeigen, wo Fundstellen tatsächlich sind, sondern wo sie sich – gemäß dem in die Berechnungen eingeflossenen Wissen – befinden könnten. Zudem sei eine große Gefahr darin gegeben, dass man versucht ist, Gebiete mit höherer Fundstellenwahrscheinlichkeit auch als archäologisch bedeutungsvoller zu werten. Eine solche Wertung ist weder sinnvoll noch wünschenswert (siehe auch Ebert 2000, 130 f.).

Dort, wo induktive Modelle überprüft wurden, wird meist eine Genauigkeit von 60–70 % angegeben (Ebert 2000, 133). Dies bedeutet, dass sich von 100 Fundstellen eines bekannten Samples 60 bis 70 tatsächlich an den vorhergesagten Plätzen befanden. Dies bedeutet aber auch, dass 30 bis 40 Fundstellen nicht vorhergesagt werden konnten. Wird nun gemäß Kunas Befürchtung, die Archäoprognose falsch interpretiert und die Bereiche, in denen laut Vorhersage keine Fundstellen zu erwarten seien für zerstörende Maßnahmen freigegeben, dann würden somit 3 bis 4 von 10 Fundstellen zerstört werden. Dies ist für den Denkmalschützer inakzeptabel und relativiert den „Erfolg" einer 60- bis 70-prozentigen Genauigkeit erheblich.

Ein weiterer zentraler Kritikpunkt wendet sich gegen zwei fundamentale Annahmen, welche den meisten Vorhersagekarten zugrunde liegen: dass nämlich die Fundstellen in ihrer Lage ökonomisch determiniert seien und dass die natürlichen Gegebenheiten, welche in der Vergangenheit ausschlaggebend waren, sich bis heute nicht wesentlich verändert haben (siehe z. B. Warren, Asch 2000, 6). Gerade diese Annahmen sind jedoch, wie bereits weiter oben gezeigt werden konnte, höchst fraglich (vgl. Kapitel 7.1). Dieser den Modellen inhärente Ökodeterminismus reduziert menschliches Verhalten auf das von Tieren und Pflanzen und dürfte auch mit ein Grund sein, weshalb die Genauigkeit der vorhersagenden Modelle nicht höher ausfällt. In den letzten Jahren gibt es jedoch vermehrt Versuche, soziale Variablen in die Vorhersagemodelle einfließen zu lassen (Kamermans 2000; Stančič, Kvamme 1999).

All diese Kritikpunkte müssen ernst genommen werden, damit die Archäoprognose ihrer Bedeutung als erklärendes und heuristisches Werkzeug in Archäologie und Denkmalschutz gerecht wird. In den Niederlanden wurde aufgrund der langjährigen intensiven Erfahrung und kritischen, reflektierenden Auseinandersetzung mit archäologischen Vorhersagemodellen ein Forderungskatalog erstellt (Verhagen et al. 2009, 22). Dieser versucht, den meisten der bekannten Kritikpunkte Rechnung zu tragen, verzichtet jedoch auf die explizite Erwähnung einer systematischen, integrierten Prospektion.

12.1.2.2 Modelle zur Organisation von Besiedlungen

Zentrale Orte

Das Modell der zentralen Orte wurde bereits weiter oben beschrieben (vgl. S. 90 f.). Es basiert auf einer Reihe von Bedingungen und Annahmen, unter anderem einem rational und wirtschaftlich gewinnmaximierend denkenden Menschen sowie einem ähnlich den Thünenschen Ringen zugrunde liegenden homogenen Raum (Wagstaff 1986, 119; Borsdorf, Zehner 2005, 306). Letztere Einschränkung kann jedoch insofern relativiert werden, als Walter Christaller in Fällen, wo etwa die Topografie keine Ausbreitung der Siedlungen in alle Richtungen erlaubt (etwa ein Gebirgstal), das „Pseudo-Verkehrsprinzip" zur Anwendung bringt:

„… sind die zentralen Orte an Linien, die von einem zentralen Ort höherer Ordnung ausgehen und in der Regel nach

einem anderen zentralen Ort höherer Ordnung führen, hintereinander gereiht und sind ihre Abstände untereinander auf dieser Linie geringer als von anderen zentralen Orten, die nicht auf dieser Linie liegen, ist weiter ihre Anzahl höher als gewöhnlich und sind die Größengruppen weniger typisch ausgebildet, … entweder kommt hier das Verkehrsprinzip zur Anwendung … oder aber sind orographische Umstände für diese Verteilungsart der zentralen Orte verantwortlich zu machen, etwa Flußtäler oder Gebirgsränder. … Im letzteren Fall können wir von einem Pseudo-Verkehrsprinzip sprechen" (Christaller 1980, 252 f.).

Trotz dieser doch ziemlich einschränkenden Annahmen fand das Modell zahlreiche archäologische Anwendungen. Die Einzugsbereiche der einzelnen Siedlungen werden dabei mittels Thiessen-Polygonen ermittelt (vgl. S. 283). Jürgen Kunow konnte durch Anwendung des Modells, Erklärungsansätze für die antike Verteilung von 36 römischen Städten vom ausgehenden 1. bis zum 3. Jahrhundert zwischen Rhein und Maas liefern (Kunow 1988; 1989, 378 f.). Guntram Schwitalla versuchte eine Modellierung anhand von neolithischen Fundstellen im Voreifelgebiet und stieß dabei auf einige Probleme, vor allem was die Definition der Zentralität betraf (Schwitalla 1996, 94). Am besten eignete sich das Modell für die jungneolithische Besiedlung. Thomas Saile meint aufgrund seiner Analyse mit Vorbehalt ein „paariges Auftreten" bandkeramischer Siedlungen, welche er als Zentralorte interpretiert, beobachten zu können (Saile 1998, 188). Eine andere archäologische Anwendung findet sich bei Gregory Johnson. Er versuchte, Abweichungen der räumlichen Verteilung der archäologischen „Wirklichkeit" vom idealen, regelmäßigen Modell unter Bezugnahme auf die geografischen Gegebenheiten des Untersuchungsraums anhand eines entsprechend „verzerrten" Modells zu erklären (Johnson 1972). Auch in der Mayaforschung wurde dieses Modell erfolgreich genutzt (Iannone 2006, 206). Weitere Anwendungen führen Karl W. Butzer (Butzer 1982, 219) oder Claudia Theune (Theune 2008, 14) an. Gemeinsam mit den Thünenschen Ringen bezeichnete John Bintliff daher die zentralen Orte als „still the most useful analytical tool for the initial investigation of [site] distribution" (Bintliff 1988, 132).

Dennoch ist der Versuch, archäologische Daten anhand Christallers zentraler Plätze zu modellieren, nicht unproblematisch: Die dem Modell zugrunde liegenden Annahmen wurden von Archäologen wiederholt kritisiert. Auch quellenkritische Mängel dürfen nicht vernachlässigt werden: Die unvollkommene und verzerrte Überlieferung des Besiedlungsbildes einer bestimmten Zeit lässt zahlreiche Fundlücken erwarten. Zudem ist nur selten sichergestellt, dass die modellierten Fundstellen gleichzeitig sind und auf einer vergleichbaren und benennbaren hierarchischen Ebene stehen (vgl. Collis 1986, 37; Haselgrove 1986, 3).

Besonders für urgeschichtliche Perioden dürfte es nicht immer einfach sein, Kriterien für die zentrale Funktion eines Ortes festzulegen. Das Argument einer vorhandenen Befestigung wurde erst vor Kurzem durch Sebastian Brather kritisiert (Brather 2006, 64). G. Schwitalla, dessen Auswertung auf Begehungsdaten beruht, definiert zum Beispiel drei Kategorien von Siedlungen, die sich aufgrund der gefundenen Menge an „Artefakten und Werkzeugen" herleiten, welche drei Graden an Zentralität entsprechen (Schwitalla 1996, 49, 70). Das Fundmaterial stammt jedoch aus unsystematischen Begehungen und die Artefaktmengen wurden nicht anhand der Größe der Verteilungsfläche standardisiert, was die Aussagekraft des Faktors Artefaktmenge stark relativiert. Es besteht somit die Gefahr, dass die heute zur Verfügung stehende Information zu einer Fundstelle mit ihrer Bedeutung verwechselt wird.

Aber auch eine Kategorienvergabe aufgrund von Ansiedlungsgröße wäre problematisch, da aufgrund neolithischer Begehungsfunde wohl kaum eine chronologische Auflösung erreicht wird, welche eine Gleichzeitigkeit aller unter der Erdoberfläche angenommenen Siedlungsbauten glaubhaft belegen würde. Somit wäre es auch möglich, dass eine großflächige Artefaktstreuung mit einem längeren Bestehen der Ansiedlung mit wechselnden Standplätzen von Siedlungsbauten in Zusammenhang gebracht werden könnte. Jörg Petrasch spricht sich gegen die Verwendung des Konzeptes zentraler Orte in der Bandkeramik aus und sieht in den zum Teil sehr nahe zueinander gelegenen Siedlungen verwandtschaftliche Beziehungen (Petrasch 2003). Auch Michael Aston betont, dass sich dieses Modell vor allem für urbane Gesellschaften eignet, bei einer bäuerlichen Gesellschaft mit Subsistenzcharakter jedoch versagt (Aston 1985, 91). Auch weitere Argumente für die Benennung zentraler Plätze, wie „herausgehobene Lage", oder „lange Belegungsdauer" (Schade 2000, 153) erscheinen vor diesem Hintergrund ebenso problematisch.

Für das Mittelalter hat zuletzt C. Theune die Problematik einer Interpretation von archäologischen Funden und Strukturen als Überreste spezialisierten Handwerks hingewiesen, da dies archäologisch schwer zu fassen sei (Theune 2008, 14). Kriterien, wie Quantität, Qualität, Größe der Herstellungsflächen, Produktionsrückstände, Diversität und gezielte Nutzung von Synergieeffekten ließen sich archäologisch zwar prinzipiell fassen, bedürften aber einer eingehenden interpretativen Argumentation, um Zentralität zu begründen (Theune 2008, 22 f.). Ortschaften, welche aufgrund von Rohstoffvorkommen in peripherer Lage entstehen, haben zwar einen Standortvorteil, bedürfen jedoch

anderer Modelle, um ihrer Stellung innerhalb einer archäologischen Fundverbreitung gerecht zu werden (Theune 2008, 20).

Ein weiterer Punkt, der an dieser Stelle Erwähnung finden sollte, ist, dass praktisch sämtliche Anwendungen das Prinzip der zentralen Orte in einer statischen Form verwenden. Bereits Walter Christaller hatte jedoch darauf hingewiesen, dass es „einer steten Änderung unterworfen [ist], sobald sich irgendeiner der Faktoren, die die Reichweite bestimmen, ändert" (Christaller 1980, 113). Modetrends, Verkehrswege, Mobilität, Technologie, aber auch soziale und politische Veränderungen können mehr oder weniger starke Auswirkungen auf die Herstellung und Abnahme von Produkten oder die Erreichbarkeit von Orten haben und die Hierarchien neu verteilen.

Bernd W. Bahn betont die Bedeutung eines Straßennetzes für das Modell der zentralen Orte und verweist unter anderem auf Eike Gringmuth-Dallmer (Gringmuth-Dallmer 1993, 87), welcher einen Zusammenhang zwischen dem Niedergang ehemaliger zentraler Plätze im Ostseegebiet und einer veränderten Straßenführung wichtiger Verkehrswege im 12./13. Jahrhundert erkannte (Bahn 2007). Egal, welche Dienstleistungen ein Ort anbietet, zentral kann er erst durch ein „geeignetes Verkehrsnetz" werden (Bahn 2007, 40). Diese Feststellung lässt sich durch einen Blick auf eine beliebige moderne Straßenkarte bestätigen.

Hamish Forbes macht noch auf einen weiteren Umstand aufmerksam: In seiner anthropologischen Studie zur griechischen Insel Methana waren alleinstehende Kirchen außerhalb der Siedlungen die eigentlichen „zentralen" Treffpunkte:

„The annual celebrations at the extra-mural churches of Saint Barbara and Saint George, although not in the interior, have attracted the greatest numbers by providing the means by which Methanites have been able to express their pan-penninsular identity. In this landscape, therefore, it was not nucleated communities which have become the 'central places' beloved of archaeology and geography" (Forbes 2007, 372).

Selbst moderne, von der EU finanzierte Straßen wurden dort so geplant, dass sie abseits jeglichen rational wirtschaftlichen Verständnisses (möglichst geringe Entfernungsüberwindung) an diesen alleinstehenden Kirchen vorbeiführen (Forbes 2007, 376 f.).

Zentrum-Peripherie-Modell

Das Zentrum-Peripherie-Modell (*core-periphery*) ist vom Grundgedanken dem Modell der zentralen Orte ähnlich, bezieht sich jedoch auf einen kleineren Maßstab. Es geht auf den Ökonomen Raúl Prebisch zurück und ist Bestandteil der vom Soziologen Immanuel Wallerstein (Wallerstein 1974) entwickelten Weltsystem-Theorie. Das Modell versucht, ausgehend vom heutigen wirtschaftlichen Nord-Süd-Gefälle die dynamische sozioökonomische Entwicklung von Gesellschaften historisch zu erklären (Bintliff 1997, 17). Prinzipiell geht die Theorie von einigen Voraussetzungen aus, welche bereits weiter oben beschrieben wurden (vgl. S. 277 f.). Auf Barry Garner verweisend nennt Brian K. Roberts die Bedeutung des Faktors Distanz und die Minimierung des Aufwands bei deren Überwindung, womit auch die Erreichbarkeit wesentlich für die Herausbildung von Kernregionen ist (Roberts 1996, 52). Weiters erläutert er die dem Menschen innewohnende Tendenz zur räumlichen Ballung, die auch prinzipiell hierarchische Züge trägt, sowie die Bedeutung von Bezugspunkten (oder *focal places*, wie sie Aston 1985, 44 ff. nennt). Aus diesen Prämissen heraus scheint sich die Tatsache zu erklären, dass es praktisch auf allen Maßstäbe zur Herausbildung sogenannter „Kernregionen" kommt, die aus einem bestimmten Vorteil heraus (meist das vermehrte Vorhandensein einer Ressource) ein größeres Wachstum aufweisen. Dieses Wachstum sei auf die Dauer jedoch nur aufrechtzuerhalten, wenn sich ein dominantes Verhältnis zu der sie umgebenden Peripherie entwickelt (Roberts 1996, 48).

Dabei bezieht die Kernregion Menschen und Ressourcen aus der Peripherie und setzt Produkte dorthin ab. Dies kann einerseits „freiwillig" auf Basis von Handel und wirtschaftlicher Überlegungen geschehen, das Verhältnis zwischen Kern und Peripherie kann aber auch politisch/militärisch aufgezwungen sein, wobei die Peripherie unter militärischer Gewalt einer Kernregion steht und dieser tributpflichtig ist. Dieses Verhältnis ist jedoch Veränderungen unterworfen. Es kann zu Machtverschiebungen kommen (Bintliff 1997, 18). Heiko Steuer verweist darauf, dass Kernregionen und Peripherien oft hierarchisch gegliedert sind und sich gegenseitig überlagern können (Steuer 2004, 60 f.).

Eine Zusammenfassung und archäologische Bewertung gibt Christoph Kümmel. Er attestiert „methodische, konzeptionelle und weltanschauliche Probleme" und sieht ihren Nutzen vor allem in der über den lokalen Raum erweiterten Perspektive, welche neue Ideen und Erkenntnisse zulasse (Kümmel 2002, 117 f.). Ein ähnliches Resümee zog J. Bintliff bei seinem Versuch, die Machtverschiebung vom Südosten Griechenlands der Klassik hin zum nördlichen Makedonien, Epiros oder Aetolien im Hellenismus nachzuvollziehen (Bintliff 1997). Obwohl dies stellenweise gelang, ist das Modell einer komplexen historischen Entwicklung wie im antiken Griechenland nicht gewachsen (Bintliff 1997, 33).

Rang-Größen-Regel

Das Modell der Rang-Größen-Regel (*rank-size*) wurde aufgrund von geografischen Untersuchungen zur Bevölkerungsgröße moderner Orte entwickelt. Im Verhältnis zur größten Stadt scheint jede Stadt demnach nur einen Bruchteil der Einwohnerzahl zu haben, und zwar entsprechend ihres jeweiligen Ranges: Demnach hätte die zweitgrößte Stadt nur halb so viele Einwohner und die Drittgrößte nur ein Drittel (Bernbeck 1997, 175). Kartiert man Rang und Größe in einem Streudiagramm mit logarithmisch transformierten Achsen, so sollten die einzelnen, jeweils eine Stadt repräsentierenden Punkte entlang der idealen Diagonalen liegen. Anhand der Abweichungen lassen sich Siedlungssysteme interpretieren. Auf dem Graphen kartierte Siedlungen einer auf Subsistenz basierenden Gesellschaft mit geringer Infrastruktur zeigen demnach oft konvexe Kurven, während ein hierarchisches System eher der idealen Diagonale angepasst erscheint (Bernbeck 1997, 176 f.). Einige Beispiele sind bei I. Hodder und C. Orton (Hodder, Orton 1976, 70–73) in aller Kürze beschrieben.

Gravitätsmodell

Das Gravitätsmodell basiert auf einer Analogie zu Newtons Gravitationsgesetz. Genauso, wie eine größere Masse eine stärkere Anziehungskraft über eine größere Distanz hat, kann man auf die archäologische Problematik übertragen für ein bedeutendes Zentrum einen entsprechend größeren Einzugsbereich annehmen (Butzer 1982, 215). Deshalb schien es naheliegend, die physikalische Formel der Gravitation auf archäologische Fragestellungen zu übertragen, wobei anstelle der physikalischen Masse die Bevölkerungszahl, die flächenmäßige Ausdehnung einer Siedlung, oder die Anzahl bestimmter Artefakttypen tritt (Hodder, Orton 1976, 188). Hodder und Orton konnten anhand von Verbreitungen romano-britischer Töpfereiwaren zweier Produktionszentren (Oxford und New Forest) zeigen, dass sich die Größe des Einzugsgebietes der beiden unterschiedlich großen Zentren gemäß des Gravitätsmodells verhielt (Hodder, Orton 1976, 190 ff.). Reinhard Bernbeck zeigt eine Anwendung anhand von Heiratsverbindungen innerhalb von Siedlungskammern (Bernbeck 1997, 160 ff.). Andere Beispiele finden sich bei K.W. Butzer (Butzer 1982, 216) oder für die Mayaforschung bei G. Iannone (Iannone 2006, 206).

Hauptproblem dieses Modells ist seine starke Simplifizierung sozialer Interaktion auf ein physikalisches Gesetz mit nur zwei Variablen: Masse (Quantität) und Distanz (Bernbeck 1997, 162 f.; Wirth 1979, 180). Zudem lässt sich die Bevölkerungszahl einzelner Städte und Siedlungen in urgeschichtliche Perioden – falls überhaupt – nur grob schätzen, was dem Modell archäologisch gesehen eine gewisse Beliebigkeit verleiht.

12.1.3 Diskussion der Modelle und ihrer zugrunde liegenden Voraussetzungen

Im archäologischen Kontext ergeben sich für alle der hier exemplarisch angeführten Modelle einige Probleme. Zunächst verlangen sie nach stark einschränkenden Prämissen: homogener Raum und eine zeitliche Statik. Da so gut wie alle Modelle den Faktor Zeit nicht implementieren, können sie auch der in der Realität stattfindenden Dynamik nicht gerecht werden (Butzer 1982, 214). Die Distanz ist in der landschaftsarchäologischen Analyse ein extrem wichtiges Konzept. Bei allen Modellen werden durch den homogenen Raum die kürzesten möglichen absoluten Distanzen – die gerade Verbindung zwischen zwei Orten – angenommen. Aus dem alltäglichen Leben ist uns jedoch bewusst, dass dies die bei Weitem unrealistischste Möglichkeit ist, Entfernungen anzugeben. Wer nicht in einer Ebene wohnt, wird allein durch das Relief bemerken, dass je nach Geländebeschaffenheit die Überwindung einer bestimmten Distanz eine völlig unterschiedliche „Entfernung" darstellt. So ist in einer alpinen Landschaft die nur in wenigen Kilometern Luftlinie entfernte Siedlung nur mit großem Aufwand zu erreichen und liegt daher „ferner" als nominell weiter weg gelegene Siedlungen desselben Tals. Hinzu kommen noch soziale Distanzen, wo aufgrund von Alter, Geschlecht, Status etc. unüberwindbare Barrieren existieren. Dem werden die Modelle in der hier vorgestellten Form bislang nicht gerecht und deshalb ist ihre Anwendbarkeit begrenzt.

Eine Möglichkeit, sich dem oben angeführten Distanzproblem zu stellen wäre die Nutzung von Cost-Surfaces (vgl. Kapitel 14.2.3), welche Distanzen nicht als absolute Strecken, sondern in Form eines einheitenlosen Aufwandes darstellen. Aufwand kann dabei als verbrauchte Energie, aber auch als bequemes Fortkommen und sogar als kognitiv oder sozial anziehend oder abweisend aufgefasst werden.

Zudem ergeben sich praktische Probleme, wenn es um die vier von M. Aston benannten grundlegenden Kriterien geht, welche für die Untersuchung von Siedlungsmustern bekannt sein müssen (Aston 1985, 98): Gleichzeitigkeit, Status, Permanenz und mögliche Verzerrungen.

Gleichzeitigkeit: Zunächst einmal müssen die betrachteten Siedlungen auch tatsächlich gleichzeitig bestanden haben. Diese Bedingung ist aus der archäologischen Praxis betrachtet, nicht einfach zu verifizieren. Sie bedarf der Annahme, dass bereits dann eine Gleichzeitigkeit vorliegt, wenn das im Rahmen von Begehungen oder Ausgrabungen sichergestellte Fundmaterial aus der gleichen chronologischen Phase stammt. Die einer archäologischen Kultur

zugewiesenen Fundstellen müssen jedoch nicht zwingend während ihrer gesamten Fortdauer bestanden haben, zumal ein Siedlungsmuster dynamisch ist: Die Größe der Orte verändert sich, immer wieder werden Plätze aufgegeben und neue Siedlungen gegründet – vgl. Roberts 1996, 125; Aston 1985, 58. Zudem ist zu bedenken, dass das zeitliche Auflösungsvermögen der typologischen Methode in den verschiedenen archäologischen Perioden unterschiedlich ist. Dieselbe Problematik ergibt sich prinzipiell auch für naturwissenschaftliche Datierungsmethoden, wie zum Beispiel ^{14}C, deren Zeitangaben je nach Alter nur innerhalb einer gewissen Bandbreite vorgenommen werden können. Auch hier kann eine Gleichzeitigkeit zweier Fundstellen unter Umständen erst durch eine größere Reihe von Proben unter Verwendung von Zusatzinformation statistisch fundiert angenommen werden (z. B. Stadler et al. 2006).

Status: Aufgegebene Siedlungen verschwinden nicht von heute auf morgen aus der Landschaft, was das Problem der Gleichzeitigkeit etwas relativiert. Problematisch erscheinen jedoch die zahlreichen Beispiele, wo eine Siedlungsverlagerung innerhalb eines verhältnismäßig kleinen Raumes stattfand – hier kann es bei ungenügend genauer chronologischer Auflösung zu Verzerrungen im angenommenen Siedlungsmuster kommen. So lässt sich ohne statistisch fundierte ^{14}C-Analysen kaum glaubhaft argumentieren, ob etwa bei den in Abb. 124 gezeigten Kreisgrabenanlagen bei Puch in Niederösterreich das räumliche Nebeneinander auch eine Gleichzeitigkeit bedingt, oder es sich um ein zeitliches Nacheinander handelt.

Ähnlich schwierig erscheint es, den Status von erkannten Siedlungen innerhalb eines eventuellen hierarchischen Systems zu bestimmen. Versucht man dies zum Beispiel anhand der Größe, so resultieren daraus unweigerlich zwei Forderungen: die tatsächliche Ausdehnung der Siedlungsstrukturen festzustellen und deren Gleichzeitigkeit zu verifizieren. Soll der Status anhand von Artefakten bestimmt werden (unter der Annahme, dass an der Siedlung spezialisiertes Handwerk vorhanden war und dieses die Definition eines zentralen Ortes rechtfertigt), so ist auch hier die Frage nach der Repräsentativität von Oberflächenaufsammlungen gegeben. Bei der Verwendung unterschiedlicher Methoden (intensiv, extensiv, unsystematisch) und Gerätschaften (Metalldetektor) innerhalb eines Siedlungsraumes sind Artefakthäufigkeit und –Zusammensetzung nur mit einigem argumentativen Aufwand als vergleichbar zu bezeichnen und eine hierarchische Gliederung der Ansiedlungen verzerrt. Auch muss man bedenken, dass bestimmte Aktivitätszonen nicht unbedingt räumlich mit der Ansiedlung selbst zusammenfallen und daher ursprünglich zu einem Gemeinschaftsraum gehörende Ansiedlung und Aktivitätszone im Verbreitungsbild als zwei Ansiedlungen gezählt werden.

Permanenz: Die Frage, ob sich eine Verteilung aus permanenten, temporären oder einer Mischung aus beiden Arten von Fundstellen zusammensetzt, wird meist aufgrund des Vorwissens zur untersuchten zugrunde liegenden Kultur begründet angenommen, wobei dies nicht zwingend für jede Fundstelle gelten muss. Nicholas David und Carol Kramer machen anhand zahlreicher ethnoarchäologischer Studien rund um den Globus darauf aufmerksam, dass die drei über Jahrtausende wichtigsten Wirtschaftsformen (Jäger und Sammlertum, Ackerbau und Weidewirtschaft) immer auch in Kombination auftreten und dies auch in der Vergangenheit der Fall war (David, Kramer 2001, 227). Konkret beschreiben sie die Rarámuri in Nordmexiko, saisonal mobile Bauern, die je nach Jahreszeit zu ihren bestehenden Aufenthaltsorten in jeweils anderen Regionen ziehen (warme Jahreszeit in Tälern, kalte Jahreszeit in höheren Regionen). Archäologisch gesehen zeigen die auf ein solches Verhalten gründenden Hinterlassenschaften zwei völlig konträre Arten von Fundstellen, welche als Überreste zweier unterschiedlicher Kulturen angesprochen würden (David, Kramer 2001, 243 ff.). Letztendlich ist Sesshaftigkeit also auch eine Frage der Definition:

„… some archaeologists regard sedentism as relating to settlement permanence, others to settlement size, some speaking of degrees of sedentariness, others treating it as either present or absent. … Similarly one may ask what archaeologists mean by mobility. Is it best conceived as a continuous variable relating to individuals, perhaps in terms of numbers of locations slept in or as kilometers traveled in the course of a year, or does it relate to stability of residence?" (David, Kramer 2001, 253 f.).

Verzerrungen: Zuletzt ist auch die Vertrauenswürdigkeit der Informationen zur Fundstellenverteilung ein nicht unwichtiger Faktor (siehe dazu auch Eggert 2005, 106 ff.). Dabei geht es im Prinzip um die Frage, auf welche Hans Jürgen Eggers bereits durch sein Dreistufenmodell (lebende – tote – wiederentdeckte Kultur) aufmerksam gemacht hatte (Eggers 1951, 24): Zwischen den kulturellen Manifestationen einer lebenden Bevölkerung und den von Archäologen aufgefundenen Hinterlassenschaften liegen zahlreiche Filter, welche ein Verbreitungsbild verzerren können. So fallen die Erhaltungsbedingungen nicht nur innerhalb eines Gebietes, sondern auch in Bezug auf kulturelle Äußerungen höchst unterschiedlich aus (vgl. auch Neustupný 1998c, 58).

In diesem Sinne widmen sich zahlreiche Arbeiten dem Thema Quellenkritik, wobei vor allem Verzerrungen durch die geomorphologische Situation des Arbeitsgebietes, die

heutige Landnutzung oder unterschiedlich intensive und räumlich begrenzte Tätigkeiten von Heimatforschern untersucht werden (exemplarisch: Saile 1997, 32 ff.). Weniger systematisch hat man sich mit der Aussagekraft unterschiedlicher Prospektionsmethoden auseinandergesetzt (z. B.: Schier 1990, 152 ff.). Andreas Zimmermann et al. kritisieren jedoch, dass diese an und für sich sinnvolle kritische Haltung „sich in vielen Fällen zu einem starren Quellenskeptizismus" entwickelt hat (Zimmermann et al. 2004, 43).

Aus diesen Gründen erscheint es schwierig, fundierte Aussagen zu Siedlungsmustern zu erhalten. Dennoch sollte es auch weiterhin ein Anliegen landschaftsarchäologischer Forschung sein, Siedlungsmuster zu untersuchen. Erst die Auseinandersetzung mit dieser Thematik öffnet die Augen für eine fundierte Quellenkritik und ebnet den Weg für verbesserte methodische Vorgehensweisen beim Erkennen materieller Hinterlassenschaft.

12.2 Fazit

Erklärende Ansätze, welche sich allein auf die etische Perspektive stützen, setzen die Landschaft häufig mit Territorium und Umwelt gleich. Hauptinteresse ist der Realraum; seine Darstellung und Analyse findet im kartesisch-geometrischen Raum statt, d. h., Analysen basieren hauptsächlich auf Verbreitungskarten, Grabungsplänen und theoretischen Modellen. Schwerpunkt ist die kulturelle Struktur und hier vor allem die Siedlungen, ihre räumliche Verteilung und physischen Standortbedingungen.

Landschaftsarchäologisch scheint von Bedeutung, dass im Zuge von Funktionalismus und Prozessualismus moderne Techniken und Methoden systematischer Feldbegehungen entwickelt und im großen Stil angewandt wurden. Häufig erschließen sich die Datenquellen allein durch systematische, stichprobenartige Feldbegehungen, die eventuell durch einzelne, kleinere geophysikalische Untersuchungen ergänzt werden. Je nach Region finden auch Fundstellen aus Luftbildern Eingang in den Quellbestand (z. B. Ducke, Münch 2005), sofern sie durch eine Feldbegehung vor Ort verifiziert werden konnten. Die Anwendung von Luftbild und Geophysik hat dabei jedoch nur die Auffindung von Fundstellen und Strukturen zum Zweck, „Datierung und Auswertung [bleibt] archäologischen Ausgrabungen vorbehalten" (Brather 2006, 81). Die Bedeutung von naturwissenschaftlichen Analysen und geowissenschaftlichen Methoden wird betont.

Die Fundstellen werden strikt nach chronologischen Perioden und zum Teil auch Kulturen in Zeitscheiben getrennt. Neben einer allgemeinen Beschreibung ist jeweils eine Punktkartierung der entsprechenden Fundstellen beigefügt (pro Karte eine Zeitstufe). Obwohl die Kontinuität der Siedlungen im Besiedlungsablauf eine Rolle spielt, werden eventuell langlebige Objekte, wie Grabhügel, die selbst heute noch in der Landschaft sichtbar sind, in den Kartierungen späterer Zeitstufen nicht berücksichtigt. Dies erfolgt ungeachtet der Tatsache, dass sie in diesen Phasen sichtbar gewesen sein müssen und eventuell Bedeutung hatten.

Die Landschaft ist als Hintergrund verantwortlich für Siedlungsmuster. Dadurch werden Natur und Kultur getrennt und die komplexe Durchdringung beider analytischen Sphären in Form eines simplifizierenden Erklärungsmodells aufgelöst. Veränderungen gesellschaftlicher Strukturen werden häufig mit einem Wandel innerhalb der physischen Struktur in kausalen Zusammenhang gebracht.

Die Beziehung zwischen den ausgewerteten Fundstellen (Siedlungen) und der Landschaft (Umwelt) werden anhand von Modellen analysiert. Diese beruhen zumeist auf einem ökonomisch gewinnmaximierend orientierten (prä-)historischen Menschen sowie auf ökodeterministisch geprägten Annahmen. Methoden räumlich-statistischer Analyse wurden vor allem aus der Geografie übernommen und teils für archäologische Fragestellungen adaptiert. In diesem Kapitel wurde nur ein Ausschnitt aus dem großen Fundus an genutzten Modellen vorgestellt. Es zeigt sich dabei, dass die zugrunde liegenden vereinfachenden Annahmen ihre Anwendung in der Archäologie erst möglich machen, dadurch aber nur bedingt erklärend wirken können. Viele Modelle können der komplexen und dynamischen Realität nicht gerecht werden. So ist die praktisch in jedem Anwendungsfall zugrunde liegende Prämisse eines homogenen und statischen Raumes in der Realität nirgendwo erfüllt. Dennoch konnten einige der hier vorgestellten Modelle unter Bedacht auf ihre Einschränkungen durchaus erfolgreich angewendet werden. Dies sollte Hoffnung geben, dass es möglich sein könnte, sich der realen Komplexität durch in Zukunft verbesserte Modelle Schritt für Schritt zu nähern (vgl. Church et al. 2000, 149).

Die Standortwahl scheint das primäre Interesse zu sein. Häufig (z. B. im deutschsprachigen Raum) werden die Fundstellen im Rahmen einer Standortanalyse beschrieben, klassifiziert und typologisiert: Dazu werden sie anhand unterschiedlicher, auf die naturräumlichen Gegebenheiten bezogenen Variablen (v. a. Topografie und deren Ableitungen, Entfernung zu Wasser oder geologisch- bodenkundliche Beschaffenheit) statistisch beschrieben. Dies erinnert zum Teil an die Typologisierung von Artefakten, zumal die Standortfaktoren chronologisch und chorologisch verglichen werden (z. B. Posluschny 2001, 147 ff.). Man geht also davon aus, dass eine Kulturgruppe nicht nur einheitliche Artefakte herstellt, sondern auch gemeinsame Bedingungen

an die Umwelt stellt. Dabei geht es nicht um ein Verstehen, sondern um eine Handhabe für die Archäoprognose – es werden fast ausschließlich aus der Natur heraus gemessene Standortfaktoren berücksichtigt. Die meisten Arbeiten sind somit ökodeterministisch geprägt.

13. Verstehende Zugänge zur Landschaftsarchäologie

Es soll hier jedoch nicht der Eindruck erweckt werden, kulturhistorische Archäologie oder Prozessualismus wären mit Ökodeterminismus gleichzusetzen. Es sind lediglich zahlreiche, von diesen Paradigmen geleitete Anwendungen, welche den Ökodeterminismus als Erklärungsmodell heranziehen. Es gibt auch Prognosekarten, welche zumindest teilweise auf sozialen Variablen beruhen (z. B. Stančič, Kvamme 1999, 234). Einige der oben betrachteten Modelle sind zwar nicht mehr ökodeterministisch motiviert, weisen jedoch ein anderes Problem auf: Der Mensch tritt zu stark in den Hintergrund, er wird zum gleichgeschalteten Homo oeconomicus. Sein Verhalten ist demnach geregelt, vorhersagbar und wird letztendlich ausgeblendet. Besonders problematisch erscheint dabei das Abändern der Realität in Form von physikalischen Analogien und mathematischen Formeln. Indem er auf W.W. Killisch verweist, schreibt Eugen Wirth:

„Die „bremsende" Wirkung des Parameters „Entfernung" auf das Verhalten und die Handlungen von Menschen ist eben etwas grundsätzlich anderes als physikalische Reibung, und die Anziehungskraft eines Standortes ist etwas grundsätzlich anderes als Anziehung durch physikalische „Gravitation". Selbst wenn physikalische Analogmodelle recht brauchbare Prognosen geben, tragen sie wenig zur Erklärung bei" (Wirth 1979, 139).

Unter dem Einfluss der Postmoderne begannen immer mehr Archäologen seit dem Ende der 1970er Jahre, ihre Unzufriedenheit mit den Ergebnissen prozessualer Forschungen kundzutun und deren theoretischen Hintergrund und Methodik in Zweifel zu ziehen. Man begann sich verstärkt mit den immateriellen Seiten von Kultur (Aspekte von Macht, Sozialsystem, Glaubensvorstellungen etc.) zu beschäftigen (Seibert 2006, XV), was sich natürlich auch auf die räumlichen Analyseverfahren auswirken musste. So entwickelte sich in den späten 1980er Jahren eine postprozessuale Version der Landschaftsarchäologie (vgl. Kapitel 4.4), deren Extrempositionen etwas weiter unten diskutiert werden.

Eine frühe und häufig zitierte Arbeit ist das Sammelwerk Barbara Benders (Bender 1993b), dessen Artikel die bis dahin vorherrschende Sichtweise der „westlichen Welt" bewusst hintanstellen und versuchen, die Landschaft in ihrem historisch-gesellschaftlichen Kontext zu verstehen (Bender 1993a, 2). Howard Morphy bringt dies besonders deutlich zur Sprache, wenn er dieselbe Landschaft Australiens aus kolonialistischer und eingeborener Sichtweise beschreibt (Morphy 1993).

An der Vergangenheit interessieren vor allem die Menschen, an vergangenen Landschaften vor allem deren Bewohner, welche als Akteure mit ihren Vorstellungen und Interpretationen dem Raum Bedeutung gaben, und damit ihre Landschaft erzeugten, welche wiederum ihre alltäglichen Handlungen beeinflusste. Die Landschaft sollte folgerichtig aus der Perspektive des Individuums gesehen werden: Verbreitungskarte, Luftbild, Satellitenbilder und GIS seien dazu ungeeignet (Thomas 1993, 25; Tilley 1994, 21) und werden bisweilen abgelehnt: Zusammenhänge, persönliche Wahrnehmung und Gefühle, Erinnerung, Bedeutung, persönliche Erfahrung und Identität gingen durch Nutzung dieser Medien verloren, da sie nicht kartiert werden könnten:

„We cannot simply draw out a mapping of structures and boundaries and hope that their simultaneous spatial relations will inform us about past people" (Thomas 1993, 28).

Thomas erkennt zwar prinzipiell die Bedeutung der kritisierten traditionellen Mittel an, betont aber zugleich, dass dies „… only one among many ways…" sei, vergangene Landschaften zu betrachten (Thomas 1993, 27). Vorhandene Räume und Landschaften werden und wurden von individuellen Menschen auf unterschiedlichste Weise interpretiert und genutzt. Deshalb muss es ungemein schwerer fallen, vergangene Landschaften nur aufgrund neutraler, zweidimensionaler Abbildungen zu verstehen (Thomas 1993, 29).

Durch die Betonung des subjektiv denkenden und gesellschaftlich beeinflussten Forschers geht man von der Objektivität als Grundprämisse wissenschaftlichen Forschens ab. Wissenschaftler seien durch Erziehung, Weltanschau-

ung, bisherige Erfahrungen, Ideologien, gesellschaftliche Normen oder Lebensumstände geprägt, was ihre wissenschaftliche Arbeitsweise beeinflusst. „Fakten" können daher nicht objektiv sein, sondern sind nach dem jeweiligen theoretischen Hintergrund gefärbt (Johnson 1999, 102). Daher kann (Ur-) Geschichte nur aus der Gegenwart heraus verstanden werden. Folgerichtig ist die Vergangenheit ein Produkt unserer persönlichen Einstellungen.

Diese Ansicht, der man im Prinzip nicht widersprechen kann, führte jedoch zu Extrempositionen, wie der Negierung traditioneller wissenschaftlicher Konzepte, etwa der Falsifikation oder jeglicher Form der Objektivität (Fleming 2006, 268). Diese „Alles-ist-möglich"-Einstellung war mitunter ein wichtiges Argument für die bisweilen heftige Kritik und leidenschaftliche Abneigung mancher Archäologen gegen den Postprozessualismus, zumal gemäß dieser Maxime auch Arbeiten publiziert werden, welche die Grenzen der Wissenschaftlichkeit scheinbar bewusst überschreiten (z. B. Giles 2004). Für den unbedarften Leser solcher Arbeiten zur Landschaftsarchäologie gibt Andrew Fleming eine „Gesundheitswarnung" heraus:

„These texts variously include poetry, extended literary evocations of the remote past, uncaptioned photographs and drawings, photo-collages, unsourced vox pops and personal musings, and a good deal of rhetoric; they may contain traces of Welsh" (Fleming 2006, 267 f.).

Das H-O-Erklärungsmodell der prozessualen Ansätze wird außer Kraft gesetzt. Stattdessen treten bewusst subjektive Aussagen, welche in Form von Erzählungen aneinandergereiht und bisweilen auch willkürlich angeordnet werden. Der Archäologe wird zum Poeten (Hodder 1990, 279). Fiktionale Kurzgeschichten werden in den „wissenschaftlichen" Text integriert. Dadurch würde eine Brücke zwischen den überlieferten Objekten und Strukturen vergangener Landschaften und den handelnden Menschen hergestellt; die „menschenleeren Landschaften" würden durch die fiktionalen Erzählungen bevölkert. Typisch für diesen Stil ist etwa Mark Edmonds „Ancestral Geographies of the Neolithic":

„I think that experimenting with different forms of writing is essential if we want to capture the mess, complexity and intimacy of the process and the people that we're interested in. … The stories are an attempt to enrich that language, by recreating a sense of intimate moments, even gestures, that are, nonetheless, caught up in the broader flow of things" (Edmonds 1999, 160 f.).

Anstelle einer theoretischen Diskussion werden die Ideen, welche hinter diesem Buch standen, in einem von Barbara Bender geführten Interview erläutert (Edmonds 1999, 155 ff.). Um den „Lesefluss" nicht zu stören (Edmonds 1999, 157) und den Text nicht „zu exklusiv" zu gestalten (Edmonds 1999), gibt es keine Fußnoten und kein Zitat. Auch Adrian M. Chadwick entwickelt einen Schreibstil, den er „highly interpretative" nennt (Chadwick 2004a). Immerhin verwendet er Zitate und betont, dass seine Narration auf empirischen Daten beruhe (Chadwick 2004c, 2).

Andrew Fleming kritisiert diese bewusst fantastischen Erzählungen, welche eine kritische wissenschaftliche Auseinandersetzung mit dem Text nicht zulassen (Fleming 2006, 275). Gegen das Bevölkern von Landschaften mit Menschen sei nichts einzuwenden. Problematisch scheint jedoch die politisch korrekte Darstellung dieser Menschen:

„It is always hard to keep Everyman within bounds, to avoid depicting the sort of all-purpose humans from the past, politically correct but culturally neutered, who would pass muster with UNESCO. People of the past have to behave themselves!" (Fleming 2006, 276).

Damit werde eine Landschaft nicht mit Individuen, sondern mit den von den Postprozessualisten kritisierten „Chiffren" bevölkert (Fleming 2006, 276). Fleming stellt sich deshalb die Frage, ob es nicht besser sei, diese menschlichen Darstellungen der Vorstellungskraft des Lesers zu überlassen:

„… we may well find that we can develop a clearer feel for the Otherness of the past, horrors and all, in the freedom of our own imaginings" (Fleming 2006, 276).

Die postprozessuale Landschaftsarchäologie hat viele Facetten, von denen zahlreiche im "Handbook of Landscape Archaeology" (David, Thomas 2008a) vertreten sind (vor allem das Kapitel IV: "Living Landscapes: The body and the experience of Place"). Die wohl bedeutendste und kontroverseste Extremposition bezieht sich auf einen älteren, bereits von Edmund Husserl begründeten philosophischen Ansatz, der Phänomenologie.

13.1 Phänomenologie

Der wohl am heftigsten diskutierte Zugang des postprozessualen Ansatzes in der Landschaftsarchäologie ist die phänomenologische Interpretation. Joanna Brück sieht sie als hermeneutische Antwort auf das geometrische Raumkonzept und bezeichnet sie als „… one of the most provocative theoretical developments …" (Brück 2005, 45).

Bei der Phänomenologie handelt es sich um eine philosophische Strömung, bei der die alltägliche Erfahrung des Wissenschaftlers bewusst und subjektiv bei der Interpretation eingesetzt wird – subjektives Erfahren und Verstehen wird „Grundlage wissenschaftlicher Analyse" (Seiffert 1996, 41 f.). Ausgangspunkt sind unsere räumlichen elementaren Erfahrungen, wie das räumliche Orientierungsvermögen oder die Territorialität. Diese sind angeboren:

Begriffe wie „hier", „dort", „oben", „hinter" sind uns allen eigen. Sie sind gegeben und können durch die empirischen Wissenschaften nicht abgedeckt werden, da sie „Grunderfahrungen" eines jeden Menschen sind (Wirth 1979, 285). Landschaft ist zugleich Realraum und Anschauungsraum, wobei unser Körper über seine ständige Bewegung und Wahrnehmungen als Vermittler zwischen materiellen Aspekten und Anschauungen fungiert.

Im Rahmen von traditionellen wissenschaftlichen Untersuchungen wird die Landschaft jedoch zum Objekt gemacht. Es werden ihre materiellen Aspekte der physischen und kulturellen Struktur beschrieben und dabei eine Distanz zwischen dem forschenden Subjekt und der Landschaft als Objekt erzeugt: Der Realraum wird vom Anschauungsraum klar abgegrenzt; beide existieren unabhängig voneinander und können somit im geometrischen Raum abgebildet werden. In diesen Ansätzen ist somit das Subjekt von der Welt getrennt, unser „Sein" wäre damit eigentlich ein „Dasein" (*being-in-the-world*) (Tilley 1994, 12).

Dieser durch die Objektifizierung erzeugte Spalt zwischen dem „Ich" und der „Welt" ist Resultat der empirischen Wissenschaften; in der Phänomenologie kann diese Trennung zwischen Subjekt und Objekt durch die subjektive Wahrnehmung überwunden werden (Tilley 1994, 12), indem der Wissenschaftler bewusst seine Alltagserfahrung mit in die wissenschaftliche Analyse mit einbringt (Seiffert 1996, 41). Ähnlich dem inhärenten Ansatz der Wahrnehmung von Landschaft (vgl. Johnston 1998) gibt es also keine Trennung zwischen der Welt als Objekt und dem Ich als Subjekt.

Mittels seines Körpers orientiert sich der Mensch durch seine Sinne. Dadurch erfahren wir im Wachzustand die Welt in einer ununterbrochenen Abfolge von Sinneseindrücken. Durch das Sich-Fortbewegen sammeln wir räumliche Erfahrungen, die wir in kognitiven Karten abspeichern. Unsere Existenz und unsere Wahrnehmung sind also räumlich, ichbezogen und daher subjektiv (Brück 2005, 47; Tilley 1994, 13 f.).

Der Raum, mit dem wir uns in der Landschaftsarchäologie beschäftigen, ist nicht leer. Er definiert sich durch Orte. Diese sind natürliche (Berggipfel, Wasserfall, Flussschlinge …) oder kulturelle (Siedlung, Bestattungsplatz, Wehranlagen, Fluren …) „Schauplätze", an die wir uns aus bestimmten Gründen erinnern (z. B., weil wir an diesen Stellen bestimmte Erlebnisse hatten, oder weil wir mit dem Aussehen eines Baumes oder einer Steinformation Assoziationen verbinden). Oft geben wir diesen Schauplätzen Namen. Die Namensgebung kann dabei eine persönlich gefärbte, individuelle sein, die nur im eigenen, persönlichen Leben und dem der engsten Freunde und Angehörigen „Sinn" macht. In den meisten Fällen sind die Namen aber bereits vergeben und werden von der Kultur und Gesellschaft überliefert – wir wachsen mit ihnen auf und übernehmen damit das von der Gesellschaft geprägte Konzept unserer Landschaft.

Dadurch hat unsere Landschaft eine kulturelle und individuelle Identität, sie ist mit Werten und Bedeutung belegt, welche im Laufe unseres Lebens noch persönliche Nuancen erhalten. Ein Blick auf eine moderne Karte offenbart uns dabei rasch, dass jeder Berg, jedes Gewässer, jeder Hügel, jede Flur, jede Straße, jede Ortschaft einen Namen besitzt. Bei der Benennung spielten Personen, Ereignisse, religiöse Vorstellungen, vorhandene Ressourcen oder Beschreibungen des Aussehens eine Rolle. Durch die auf solche Art benannten Schauplätze konserviert eine Landschaft ihre Geschichte, sie erhält Bedeutung und Sinn. Geschichte und Sinn sind dabei jedoch nur den Eingeweihten verständlich, welche am kulturellen und gesellschaftlichen System der Einwohner teilhaben (Tilley 1994, 18).

C. Tilley argumentiert nun, dass wir, wenn wir uns durch die Landschaft fortbewegen, die mit Bedeutung versehenen Schauplätze erkennen (Tilley 1994, 18). Entlang eines Weges können wir diese Bedeutungen zu einer „Geschichte" verweben (Tilley 1994, 32). Machtverhältnisse zeigen sich durch die kontrollierte Vorgabe von Bewegung und Wahrnehmung, indem man etwa Wege vorgibt und durch Aufschüttungen, Zäune oder Vegetation die Sichtmöglichkeiten aber auch eine Geräuschkulisse einschränkt oder schafft (Tilley 1994, 204 f.). Dadurch sei es möglich, Landschaften zu inszenieren und deren Interpretation zu steuern (Brück 2005, 47).

Mit diesem theoretischen Hintergrund versucht der phänomenologische Ansatz der Landschaftsarchäologie nicht irgendwelche Siedlungsmuster anhand von Standortfaktoren zu erklären, sondern zu verstehen, wie eine Person in der Vergangenheit eine Landschaft erlebt hat. Dabei bedient sich der Phänomenologe seines Körpers in der Gegenwart und versucht, indem er sich durch die heutige Landschaft bewegt, die vergangene Landschaft zu interpretieren. Dabei, so erklärt Julian Thomas, nutzt er sowohl seine Sinneseindrücke, die ihm sein Körper während seiner Fortbewegung vermittelt, als auch seine Erfahrung:

„Thus what is seen has to be understood in the context of movement from place to place, and that of non-visual experiences" (Thomas 1993, 30).

Um es zu verdeutlichen: Der Phänomenologe versucht, sich in einen Menschen einer beliebigen vergangenen Periode hineinzuversetzen und ihm gleich dessen längst vergangene Landschaft zu verstehen. Er tut dies, indem er sich bewusst durch diese Landschaft und die darin noch erhaltenen Momente in ihrer heutigen Ausformung bewegt und sie sich mit Personen bevölkert vorstellt (Thomas 1993, 30). Wie

man wohl unschwer erkennen wird, bedarf es hierbei eines im wahrsten Sinne des Wortes „fantasievollen“ (*imaginative*) Herangehens. Unsere heutige Wahrnehmung, gekoppelt mit einem guten Stück Fantasie und Vorstellungskraft stellt dabei die Verbindung zur Vergangenheit her und hilft, die uns heute bekannten Monumente jener Zeit in ihrem Kontext zu verstehen (Tilley 1993, 49).

Dazu bedarf es nach Tilley zweier Prämissen. Zunächst einmal müssen wir, um den phänomenologischen Ansatz vertreten zu können, davon ausgehen, dass unsere persönliche Erfahrung von heute eine ähnliche ist, wie die persönliche Erfahrung eines beliebigen Individuums in der Vergangenheit. Als Antwort auf kritische Kommentare zu seinem Artikel betont Tilley, dass dies möglich und anzunehmen sei, weil zu jeder Zeit der Körper als Vermittler zwischen dem Ich und der Welt fungiere:

„Through walking and experiencing the landscape we do indeed move from being total outsiders to share at least something in common with prehistoric people, a common sensuous bodily reference point with relation to the landscape” (Tilley 2004a, 201 f.).

Die zweite Prämisse, welche Tilley als gegeben ansieht, betrifft die prinzipielle Vergleichbarkeit zwischen der heutigen und der vergangenen Landschaft. Die Landschaft habe sich zwar prinzipiell verändert, aber hauptsächlich fanden die Änderungen an der Oberfläche statt, die er analog zu der „Haut“ eines Körpers sieht. Das “Skelett“ dieses Körpers – im übertragenen Sinne also Topografie, Gewässernetz, geologische Struktur etc. sei im Grunde unverändert (Tilley 1994, 73 f.). Gerade die verhältnismäßig stabile Topografie ist nach Tilley für die Sichtbarkeitsverhältnisse ein sehr wichtiger Faktor. Indem man sich durch eine Landschaft fortbewegt, kommt es zu ständigen Veränderungen in der Sichtbarkeit. In Verbindung mit den Konzepten des Real- und Anschauungsraumes lernt man den Ort einer Fundstelle im Kontext der Landschaft viel besser kennen, wenn man diese von mehreren Richtungen aus begeht. Dabei ist man immer selbst Zentrum der sich in der Bewegung verändernden räumlichen Verhältnisse. Die dabei zur Anwendung kommenden Beschreibungen räumlicher Zusammenhänge wie vorne, hinten, links, rechts, nah oder fern haben für alle Zeiten, in denen die Landschaft ein ähnliches Gepräge hatte, gleiche Gültigkeit (Tilley 1994, 74). Andere Autoren haben auch versucht, die Überbetonung der visuellen Wahrnehmung durch Einbeziehung der anderen Sinne zu erweitern (Brück 2005, 50 f.).

Anhand von Avebury versucht J. Thomas (Thomas 1993) zu zeigen, dass das Entstehen dieses monumentalen Komplexes erst durch eine gezielte, systematische „Begehung“ des Monumentes in der heutigen Landschaft unter Einbeziehung aller Sinne verstanden werden kann. Indem man sich aus verschiedenen Richtungen annähert und dabei seine Vorstellungskraft benutzt, wie damalige Menschen in einer ähnlichen Situation mit dem Monument interagiert haben, erhält man Einblicke, die zum Verstehen des Monuments führen. Welche Teile der Anlage von bestimmten Punkten aus sichtbar oder verborgen waren erscheint in diesem Zusammenhang besonders wichtig, da sie Rückschlüsse auf sozial geprägte Verhältnisse zulassen würden (Thomas 1993, 30). Andere phänomenologische Arbeiten Großbritanniens sind bei I. Brück (Brück 2005, 5 f.) erwähnt.

Der phänomenologische Ansatz beschreibt den Realraum aus dem subjektiv wahrgenommenen Anschauungsraum heraus. Dabei bleibt der kartesische geometrische Raum ungenutzt. Er dient lediglich zur skizzenhaften Abbildung von Fotos und Videos. Die Erzählung bzw. der Text sind die hauptsächlichen beschreibenden Mittel. Phänomenologie ist mit großem Zeitaufwand verbunden und erst mehrfache Besuche steigern die „Intensität der Erfahrung“. Bei jedem Besuch „entwirrt“ man sein Vorwissen und seine Voreingenommenheit (*intellectual baggage*) (Tilley 2004b, 223). Als Grundlage dienen dabei die unterschiedlichsten Arten von Quellen: vom wissenschaftlichen Grabungsplan bis zum Touristenführer und der eigenen Wahrnehmung bzw. Erfahrung an der Fundstelle. Neben der Verwendung von Foto- und Videokameras sei das (Be-)Schreiben vor Ort besonders wichtig (Tilley 2004b, 224). Dennoch gibt es kein einheitliches Regelwerk:

„This is a synthetic process bringing together what may seem at first totally unrelated elements. Such research is not reducible to a set of rule-book procedures which might guarantee ‘useful’ knowledge” (Tilley 2004b, 225).

Sue Hamilton und Ruth Whitehouse haben sich anhand ihrer Studien im Gebiet der Tavoliere gerade dieses Aspektes gewidmet (Hamilton, Whitehouse 2006). Ihr Ansatz ist in mehrfacher Hinsicht neu. Zum einen wird zum ersten Mal versucht, die im Rahmen einer phänomenologischen Untersuchung angewandten Methoden „explizit“ darzustellen (Hamilton, Whitehouse 2006, 65). Außerdem handelt es sich bei den im Rahmen ihrer Studie untersuchten vier Fundstellen um „normale“ Siedlungen, deren Strukturen eingeebnet sind, sich also im heutigen Relief nicht abzeichnen. Detaillierte Kenntnis der Strukturen hatte man aus Ausgrabungen und Luftbildern. Sie untersuchten drei methodologische Ansätze der Phänomenologie, welche im Rahmen der Publikation erläutert und diskutiert werden: (1) die Kartierung der visuellen Wahrnehmung von einem Standpunkt aus, (2) die Kartierung des sozialen Raumes anhand von Distanzmessungen der Reichweite unterschiedli-

cher Kommunikationsmittel (Pfeifen, Schreien, körperliche Signale) und (3) die phänomenologische Umfeldanalyse.

13.1.1 Kritik am phänomenologischen Ansatz

Trotz einiger interessanter Aspekte hinterlässt diese Arbeit von S. Hamilton und R. Whitehouse einen zwiespältigen Eindruck (Hamilton, Whitehouse 2006). Auffallend ist, dass man anscheinend bewusst versucht, jegliche technische Hilfsmittel abgesehen von GPS und einer Stoppuhr zu vermeiden. Dies beginnt bereits bei der Lokalisierung der Fundstellen aus den Luftbildern: Um die genaue Lage des Siedlungsmittelpunktes und der umfassenden Gräben zu erhalten und vor Ort aufzufinden, werden die Bildinhalte in einer aufwendigen Prozedur auf Karten im Maßstab 1:25.000 skizziert und nicht, wie allgemein üblich, die Luftbilder entzerrt und umgezeichnet (Hamilton, Whitehouse 2006, 39: Table 2). Auch die Kartierung der visuellen Wahrnehmung oder die Umfeldanalyse ließen sich im Rahmen eines GIS sicherlich einfacher und genauer realisieren. So basieren zum Beispiel ihre Aussagen zur Sichtbarkeit der Siedlungsmittelpunkte (Hamilton, Whitehouse 2006, 63) auf jeweils lediglich vier Begehungen entlang der Hauptthimmelsrichtungen. Eine im GIS berechnete Sichtbarkeitskarte wäre hier wohl zielführender. Auch wenn es den Autoren darum ging, „dominante" Merkmale vor Ort subjektiv zu bestimmen, zu wäre zumindest ein Vergleich mit den GIS- basierten Karten interessant gewesen.

Ein Punkt der soeben besprochenen Arbeit, welcher von den Autoren betont wird, ist die Tatsache, dass man erst durch die intensive Kartierungsarbeit vor Ort zum reflektierten Arbeiten quasi gezwungen wird (Hamilton, Whitehouse 2006, 43). Dieses Argument ist nicht von der Hand zu weisen: Im Prinzip gibt es kaum etwas dagegen einzuwenden, eine Landschaft mit großem Zeitaufwand selbst zu erfahren, in der Vorstellung hypothetisch zu rekonstruieren und mit prähistorischen Menschen zu bevölkern (wie auch immer dies im konkreten Fall geschehen mag). Dieser Aspekt fehlt vielen traditionellen GIS-Analysen mit ihren (falls überhaupt vorhandenen) ökodeterministischen und zum Teil unergiebigen Interpretationen. Die Postprozessualisten führen hier gerne ins Feld, dass der traditionelle Landschaftsarchäologe einem distanzierten Betrachter, einem Außenseiter gleicht (Fleming 2006, 271). Dem gegenüber nimmt der Phänomenologe am Geschehen teil, ist praktisch ein „Insider". A. Fleming (Fleming 2006, 272) verweist jedoch mit Recht auf die zahlreichen traditionellen Landschaftsarchäologen, die obwohl sie Karte und Luftbild als Werkzeug verwenden, sehr wohl in mehr als zwei Dimensionen denken und sich ebenso in der Landschaft bewegen, wo sie sich Gedanken zu den Intentionen und Vorstellungen der prähistorischen Menschen machen.

Darüber hinaus scheint das ausschließliche Herangehen an eine Landschaft als Insider, mit der individuellen, subjektiv beschränkten Betrachtungsweise des In-der-Landschaft-Seins, um nichts besser zu sein, als die alleinige an einem entfernten Arbeitsplatz stattfindende GIS-Analyse derselben. Der beschränkte Horizont ist beiden gleich, wenn auch in jeweils anderer Ausprägung. Eingeebnete Monumente sind von der Perspektive eines Phänomenologen aus nicht sichtbar und auch kaum vorstellbar. Selbst der fantasievollste Phänomenologe wird sich Aus- und Einblicke einer Landschaft unter veränderten Vegetationsbedingungen beim besten Willen nicht vorstellen können. Dies stellt an eine GIS-basierte Analyse in Verbindung mit Virtual Reality heute kein ernst zu nehmendes Problem dar. Gerade diese Hilfsmittel werden jedoch von zahlreichen Postprozessualisten abgelehnt. Vielleicht ist auch das der Grund, weshalb sich phänomenologische Untersuchungen bisweilen vor allem auf einzelne Monumente oder einzelne Aspekte von Siedlungen konzentrierten. Niemand hat bislang versucht, ganzen Landschaften und Siedlungssysteme systematisch abzugehen – das ist auch praktisch nicht durchführbar.

Ein Phänomenologe spricht immer aus der eigenen Lebenserfahrung heraus. Dabei ergibt sich jedoch ein Dilemma: Die subjektiven Aussagen im Rahmen einer phänomenologischen Arbeit besitzen keine zeitliche Allgemeingültigkeit und können sich somit streng genommen nur auf die Gegenwart beziehen. Helmut Seiffert drückt dies folgendermaßen aus:

„… die Phänomenologie ist an sich eine „unhistorische" Methode, die sich jedoch stillschweigend immer in einen bestimmten historischen Horizont stellt. Sie beschreibt Zustände, Erlebnisse, Gefühle als „allgemeingültig", ohne damit behaupten zu wollen, daß selbstverständlich Perikles, Cäsar oder Kaiser Barbarossa schon die gleichen Situationen hätten erleben können. Vielmehr beziehen sich die Phänomenologen immer unausdrücklich auf den „Menschen der Gegenwart" und der eigenen Gesellschaft, die ihre Schilderungen in einer „Ja, so ist es auch"- Reaktion als Interpretation des von ihm selbst „gelebten Lebens" akzeptiert" (Seiffert 1996, 53f.).

Dies wirft die Frage auf, ob es überhaupt möglich sein kann, eine Landschaft in unserer gegenwärtigen Situation auch nur annähernd so zu erfahren, wie dies ein beliebiger prähistorischer Mensch getan hat (vgl. Brück 2005, 54 f.; Fleming 2006, 273; Bintliff 2009a, 30). Laut Tilley sei dies gegeben, da sich weder Körper noch Landschaft verändert hätten. Diese Annahmen sind jedoch nicht berechtigt. Einerseits hat sich die physische Struktur der Landschaft –

wie bereits gezeigt werden konnte – zum Teil drastisch (v. a. Biosphäre) verändert. Andererseits ist es, im Gegensatz zu Tilleys Beteuerungen (Tilley 2004b, 31), gar nicht möglich, außerhalb des eigenen kulturellen Kontextes zu agieren (Forbes 2007, 22).

Hier widerspricht Tilley auch seiner eigenen post-prozessualen Kritik an der traditionellen Archäologie. Wenn es nämlich – wie es der eingangs erwähnte Ausgangspunkt postprozessualer Kritik formuliert – für einen Wissenschaftler unmöglich ist, sich von seiner Ideologie zu befreien und Objektivität daher nicht existieren kann, wie soll es dann möglich sein, dass man sich in ein beliebiges Individuum einer längst vergangenen Zeit hinein versetzen kann? Dies erscheint nämlich ungleich schwieriger: Unsere heutigen sozialen Beziehungen und kulturellen Werte aber auch jene vergangener Menschen, welche in unser wissenschaftliches Handeln und Denken mit einfließen, variieren nicht nur zwischen unterschiedlichen modernen Gesellschaften, sondern auch innerhalb der eigenen Gesellschaft (etwa abhängig von sozialem Status, Alter oder Geschlecht) (Brück 2005, 55).

So können Menschen, die zur selben Zeit in ein und derselben Region leben, sich dennoch in unterschiedlichen Kulturlandschaften bewegen, wenn sie je nach sozialer, geschlechtsmäßiger oder altersmäßiger Gruppenzugehörigkeit die Landschaft anders wahrnehmen und verstehen (Knox, Marston 2008, 379 f.). Im Klartext bedeutet dies, dass archäologische Überreste ehemaliger Kulturlandschaften nicht nur von Wissenschaftlern heute unterschiedlich interpretiert werden können, sondern auch in der Vergangenheit verschiedene Bedeutung haben konnten. Beim phänomenologischen Zugang muss man jedoch nicht nur seine eigene Befangenheit zurücklassen, sondern sich auch in eine völlig fremde Welt hinein versetzen. Die Ergebnisse zeigen daher subjektive Meinungen; der Interessentenkreis *dafür* dürfte jedoch eher klein sein:

„However, accounts which focus primarily on the archaeologist's own experience without reflecting critically on the implications of this for the process of interpretation or for our knowledge of the past are likely to be of little interest to anyone other than the authors" (Brück 2005, 57).

In diesem Zusammenhang sollte auch erwähnt werden, dass für den phänomenologischen Ansatz abseits von der unveränderten Landschaft und den durch die Zeiten unveränderten Wahrnehmungen auch noch eine dritte Prämisse erfüllt sein müsste. Voraussetzung für das Verstehen eines Monuments in seinem Landschaftszusammenhang ist auch die Kenntnis der zeitgleichen Orte, die den Raum um dieses Monument aufspannen. Um ein Monument in seinem Kontext zu verstehen, müsste ein Phänomenologe daher prinzipiell an die Möglichkeit glauben, alle für eine phänomenologische Interpretation notwendigen archäologischen Strukturen im Umfeld eines Monumentes zu kennen und sich deren Erscheinungsbild realistisch vorstellen zu können. Da beides nur schwer möglich sein wird, muss man wohl auch hier mit Abstrichen bei der zu erzielenden Erkenntnis rechnen.

Darüber hinaus hält J. Brück entgegen, dass die Relevanz der von uns in der heutigen Landschaft beobachteten Zusammenhänge für prähistorische Epochen praktisch nicht beurteilt werden kann (Brück 2005, 51). Die Sichtbarkeit zwischen zwei Monumenten oder zwischen einem Monument und charakteristischen Merkmalen einer Landschaft hat für sich genommen noch keine zwingende Bedeutung. Auch die Standortwahl von Monumenten lässt sich nicht einfach auf das Argument von Sichtbarkeitsverhältnissen reduzieren. Diese Problematik wird uns noch beim Ökodeterminismus und Visualismus (vgl. S. 306) begegnen.

Durch Begehen vor Ort lassen sich für die Problematik der Standortwahl im besten Fall Argumente sammeln und Ad-hoc-Hypothesen ableiten. Um die Relevanz beobachteter Faktoren zu begründen, bedarf es – unter Berücksichtigung einer angemessenen Quellenkritik – statistischer Tests, die uns Aussagen zur Signifikanz beobachteter Zusammenhänge ermöglichen. Dies hat nichts mit Objektivität oder Subjektivität zu tun, sondern lediglich mit begründetem oder unbegründetem Argumentieren. Die von Tilley (Tilley 1993, 58 f.) publizierten Statistiken (etwa wenn es darum geht, die Megalithen Schwedens in Klassen einzuteilen und deren Verteilung den unterschiedlichen Landschaftssituationen zu untersuchen) entsprechen diesem Kriterium nicht (siehe auch Fleming 1999). In dieser extrem subjektivistischen Form, welche keine Kriterien für eine Evaluierung und Bewertung unterschiedlicher Interpretationen zulässt, handelt es sich daher um einen methodischen Rückschritt. Will sie nicht beliebige Privatmeinung sein, muss sich die phänomenologische Interpretation intersubjektiv nachvollziehbarer Mittel bedienen.

14. Vereinende Ansätze in der Landschaftsarchäologie

Im Laufe der letzten Jahrzehnte haben sich im Rahmen der Landschaftsarchäologie also zwei Gruppen herausgebildet, welche anscheinend unvereinbar gegensätzlich gegenüberstehen und mit unterschiedlichsten Etiketten belegt wurden. Ob man sie nun als positivistisch/postmodern, inhärent/explizit, materiell/immateriell oder erklärend/verstehend benennt, ist Geschmackssache. Die wissenschaftliche Konfliktbereitschaft beider Lager ist auch heute noch aktuell (Trigger 2006, 485); die Kontroverse wurde und wird von jeweiligen Vertretern sehr „lautstark" geführt. Für sich genommen, kann aber keine der beiden Richtungen restlos überzeugen. In der gegenseitigen Kritik scheint es keine eindeutigen Gewinner oder Verlierer zu geben: Die distanzierte Position des „objektiven", abgehobenen Wissenschaftlers resultiert nur allzu oft in Verallgemeinerungen, die mit einer realen Welt nur noch wenig zu tun haben und den individuellen Menschen aus seiner Landschaft verbannen. Würden wir unsere gesamte archäologische Praxis darauf ausrichten, die Welt aus der Perspektive eines Individuums zu sehen, beraubten wir uns dagegen aller Möglichkeiten, Zusammenhänge zu erkennen. Die persönlich gefärbte individuelle Sicht ist letztendlich uninteressant für die archäologische Forschung. Eine Zusammenführung beider Richtungen erscheint somit für die Landschaftsarchäologie notwendig.

Integrative Arbeiten, wie sie hier gefordert sind, gibt es bereits seit geraumer Zeit. Vor allem im letzten Jahrzehnt tauchen sie vermehrt in der landschaftsarchäologischen Forschung auf. Das Spektrum an Themen und Ansätzen ist sehr breit. Einige der hier erwähnten Publikationen haben ihren Schwerpunkt in der beschreibenden Landschaftsarchäologie, indem regionale Surveys eine mehr oder weniger intensive Analyse erfahren. In erster Linie sind dies Feldbegehungen, aber auch Luftbildarchäologie und geophysikalische Prospektion finden ihre Anwendung. Erwähnenswert sind hier vor allem die luftbildarchäologischen Auswertungen von Cathy Stoertz (Stoertz 1997), das schwedische YSTAD-Projekt (Berglund et al. 1991), die Arbeiten von Dominic Powlesland (z. B. Powlesland 2006; 2009) im Vale of Pickering oder das Wroxeter Hinterland Projekt, in welchem eine Reihe geophysikalischer Methoden mit systematischen Feldbegehungen und Grabungsergebnissen kombiniert wurde (Gaffney, Gaffney 2000; Gaffney, White 2007).

14.1 Wahrnehmung von Landschaft

Relativ früh hatte man auch begonnen, die Wahrnehmung in GIS-basierte landschaftsarchäologische Arbeiten zu integrieren. Der Mensch hat individuelle Wahrnehmungen, welche in sein Landschaftsbild mit einfließen. Nur was auch wahrgenommen wird, kann letztendlich räumliches Verhalten beeinflussen. Abgesehen von Ressourcen werden auch räumliche Komponenten wie Distanz, Lage oder Zugänglichkeit wahrgenommen und mit Werten und Bedeutung belegt. Was die Möglichkeiten der Archäologie betrifft, diese Bedeutungen für eine längst vergangene Kultur zu rekonstruieren, ist Karl W. Butzer jedoch pessimistisch (Butzer 1982, 254 f.).

Oft werden Bedeutungen in Form von Zeichen/Symbolen in die Landschaft kodiert (z. B. die „Hotter" auf Abb. 131), welche wir aber nur dann verstehen, wenn uns deren Bedeutung noch direkt zugänglich ist (Knox, Marston 2008, 398). Dies ist vor allem in der prähistorischen Archäologie ein sehr schwieriges und scheinbar unmögliches Unterfangen. Seit den 1980ern versuchte Colin Renfrew im Rahmen seiner kognitiven Archäologie (*cognitive processual archaeology*), sich vermehrt symbolischen, ideologischen und sozialen Aspekten zu widmen, was gleichzeitig auch eine Absage an die streng positivistische Ausrichtung der prozessualen Archäologie mit sich brachte (Renfrew, Bahn 1996, 469). Auch der heute praktisch nicht mehr verwendete Strukturalismus versuchte, kulturelle Äußerungen auf ihre zugrunde liegenden kognitiven Regeln zurückzuführen (Johnson 1999, 91). Ian Hodders „Burials, houses, women and men in the European Neolithic" (Hodder 1984) war nach Meinung Bruce G. Triggers ein wichtiger Bezugspunkt

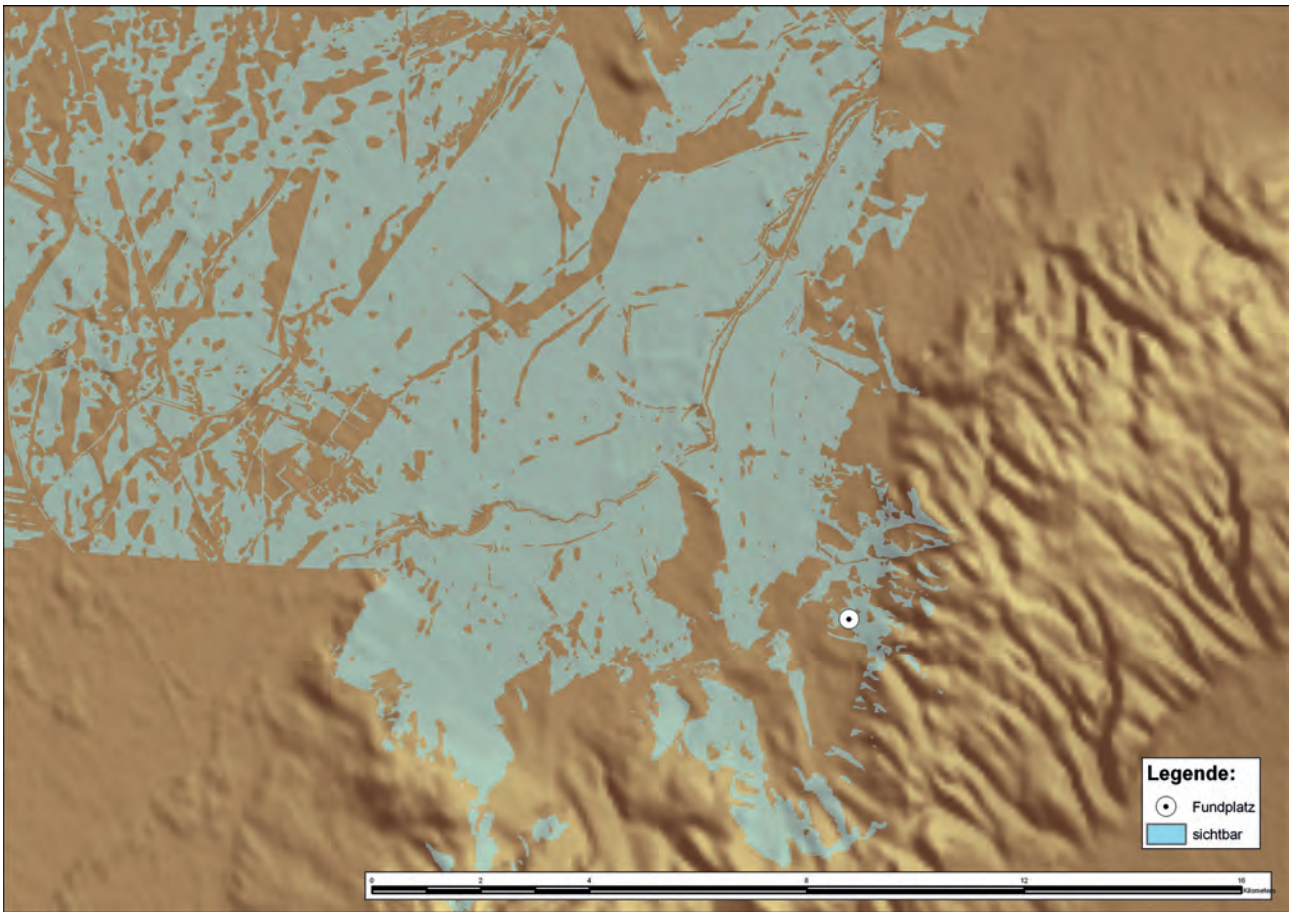


Abb. 175: Sichtbarkeitskarte vom Zentrum der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Au am Leithagebirge. Höhe des Betrachters: 1,70 m über Grund; Hintergrund: schattiertes SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

späterer postprozessual geleiteter landschaftsarchäologischer Arbeiten (Trigger 2006, 473).

Wie dem auch sei: Wenn Landschaft, wie weiter oben definiert, mehr als nur die Summe ihrer beobachtbaren Einzelheiten ist, wenn sie mit bestimmten Wertvorstellungen verknüpft ist, wenn sie durch die Gesellschaft beeinflusst und gestaltet ist und somit Geschichte hat, dann fehlt in den bisher dargestellten theoretischen Ideen ein wichtiger Aspekt: der Versuch zu verstehen, wie Landschaft vom Menschen in der Vergangenheit erfahren wurde und wie Veränderungen der Landschaft als Reflexion ehemaliger kognitiver Prozesse interpretiert werden können.

Erst durch die Integration von Aspekten der Wahrnehmung in die landschaftlichen Analysen beginnt der Schritt von der beschreibenden/erklärenden zur verstehenden Landschaftsarchäologie. Ralf Klein hat in seiner Abhandlung zur Wirtschaftsgeografie Bezug nehmend auf Standortfragen darauf hingewiesen, „dass der materielle Raum als erklärender Faktor eine sehr eingeschränkte Bedeutung hat“ (Klein 2005, 345). Wichtiger erscheint die *Bedeutung*, welcher ein Ort bzw. eine Landschaft für einen Menschen hat. Diese kann individuell unterschiedlich sein, wird durch soziale Filter geprägt (z. B. Geschlecht, Alter, sozialer Status, Ausbildung) und fließt in eine emotionale Ortsbezogenheit (*sense of place*) ein (Knox, Marston 2008, 386 f.).

Wie bereits eingangs erwähnt, werden individuell bedeutsame Information zu Lage, Distanz und Erreichbarkeit von Orten als vereinfachte und durch kulturelle, religiöse und soziale Filter verzerrte kognitive Raumbilder (*mental maps*) im Gedächtnis eines Menschen gespeichert. Sie bestimmen das räumliche Verhalten des Menschen: So ist die Erreichbarkeit eines Ortes, wie bereits weiter oben festgestellt wurde, nur bedingt eine Frage der absoluten Distanz und des damit verbundenen Energieaufwands. Vielmehr sind die Distanzen durch die in den kognitiven Karten gespeicherten Bedeutungen (religiöses Tabu, soziale Barriere…) geprägt (Knox, Marston 2001, 286 ff., 2008, 384 f.). Bisweilen können in absoluten Einheiten gemessene kurze Distanzen praktisch unüberwindbar sein. Die Landschaft wird von den Menschen also wahrgenommen, hat Bedeutung und beeinflusst sein räumliches Handeln.

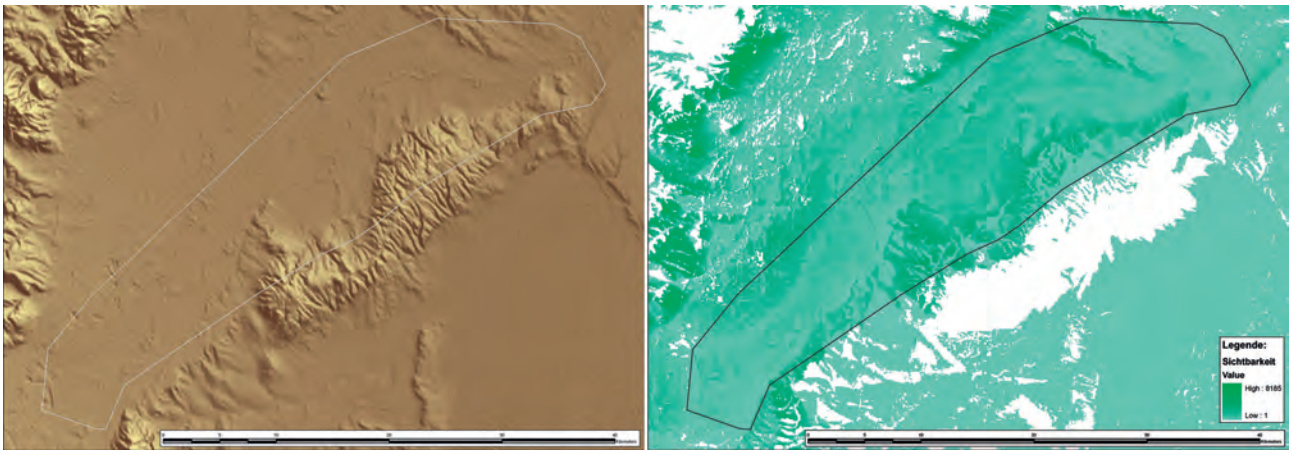


Abb. 176: Schattiertes SRTM-Geländemodell (links) und totale Sichtbarkeitskarte (rechts) aus der Addition sämtlicher (insgesamt 9.438) Sichtbarkeitskarten eines Projektgebietes entlang der Leitha (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage für Sichtbarkeitskarte: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

14.2 Wahrnehmung und GIS

Im Rahmen von GIS-Analysen gibt es zahlreiche Arbeiten zur Wahrnehmung der Landschaft (zusammenfassend: Chapman 2006, 129 ff.; Witcher 2000). Die dabei hauptsächlich angewandten Methoden sind Sichtbarkeitskarten (*viewsheds*) (z. B.: Wheatley, Gillings 2000, Gillings, Wheatley 2001) und unterschiedliche Prozeduren der Geländemodellierung (etwa Llobera 1996, 2001).

14.2.1 Sichtbarkeitskarten

In der Geografie wurde in der Prospect-refuge-Theorie der 1970er Jahre zum Ausdruck gebracht, dass dem Menschen jene Orte wichtig waren, die einen geschützten Ausblick bieten (Hellbrück, Fischer 1999, 256). Gerade solche Theorien der Wahrnehmung lassen sich anhand von geografischen Informationssystemen durch die Berechnung von Sichtbarkeitskarten analysieren.

Die „Aussicht", das „Gesehen-Werden" und die „Intervisibilität" gelten auch in der Archäologie als bestimmende Faktoren für die Gliederung der sozialen und kognitiven Landschaft. Von allen Sinnen ist der Gesichtssinn für uns der wichtigste was das Erscheinungsbild eines Ortes besonders interessant für wahrnehmungsbezogene landschaftsarchäologische Analysen macht (Gillings, Wheatley 2001, 25 f.). Deshalb sind die archäologischen Anwendungen von Sichtbarkeitskarten weit gestreut (siehe van Leusen 1999, 218). In Bezug auf die Landschaftsarchäologie wird immer wieder die bedeutende Rolle der visuellen Wahrnehmung als Standortfaktor betont.

Auch wenn Sichtbarkeit letztendlich auf umweltbezogene Faktoren (Relief, Bewuchs) zurückzuführen ist, findet sie sich spätestens seit den 1990er Jahren als wichtiger Faktor individueller Wahrnehmung: Sichtbarkeit und Ausrichtung wird als wichtiges Kriterium bei einer bewussten Auswahl eines Standortes (Siedlung, Bestattung,…) angesehen (Wheatley, Gillings 2000, 4, Gillings, Wheatley 2001, 26). Sehen und Gesehen-Werden kann mit Schutzbedürfnis, Status, religiösen Vorstellungen oder mit Kommunikation in Verbindung gebracht werden (die Relevanz von direkter Sichtbarkeit als Möglichkeit der Kommunikation wird jedoch bisweilen infrage gestellt – vgl. Gillings 1997, Kapitel 3d). Zudem können Standorte bewusst visuell auf andere besiedelte oder verlassene Ortschaften, charakteristische natürliche Elemente oder astronomische Ereignisse (Auf- oder Untergang von Sonne oder Sternbildern) ausgerichtet worden sein (Wheatley, Gillings 2000, 3). Daher ist davon auszugehen, dass auch die mögliche visuelle Wahrnehmung eine wichtige Funktion bei der Platzwahl gehabt hat. Sichtbarkeitskarten ermöglichen es daher, mögliche Anschauungsräume zu visualisieren.

Erst durch die Nutzung von GIS konnten Sichtbarkeit und Aussicht mit vertretbarem Aufwand berechnet und in Analysen integriert werden. In der zweiten Hälfte der 1980er Jahre nahmen dadurch archäologische Arbeiten zu diesem Themenkreis ihren Ausgang (van Leusen 1999, 215) und haben heute einen wichtigen Stellenwert bekommen. Sichtbarkeitskarten werden vielfach als der „bedeutendste Beitrag" im Rahmen landschaftsarchäologischer GIS-Analysen betrachtet (Wheatley, Gillings 2000, 1).

Das Geländerelief hat naturgemäß großen Einfluss auf die Sichtbarkeit bestimmter Bereiche von einem bestimmten Standpunkt aus. Deshalb ist ein digitales Geländemodell Grundvoraussetzung für jede Art von Sichtbarkeitsanalyse. Die einfachste Methode im GIS erlaubt es, die *Sichtbarkeit entlang einer Linie* anzuzeigen (*line of sight*). Dabei müssen Beobachtungs- und Zielhöhe definiert werden. Als Ergeb-

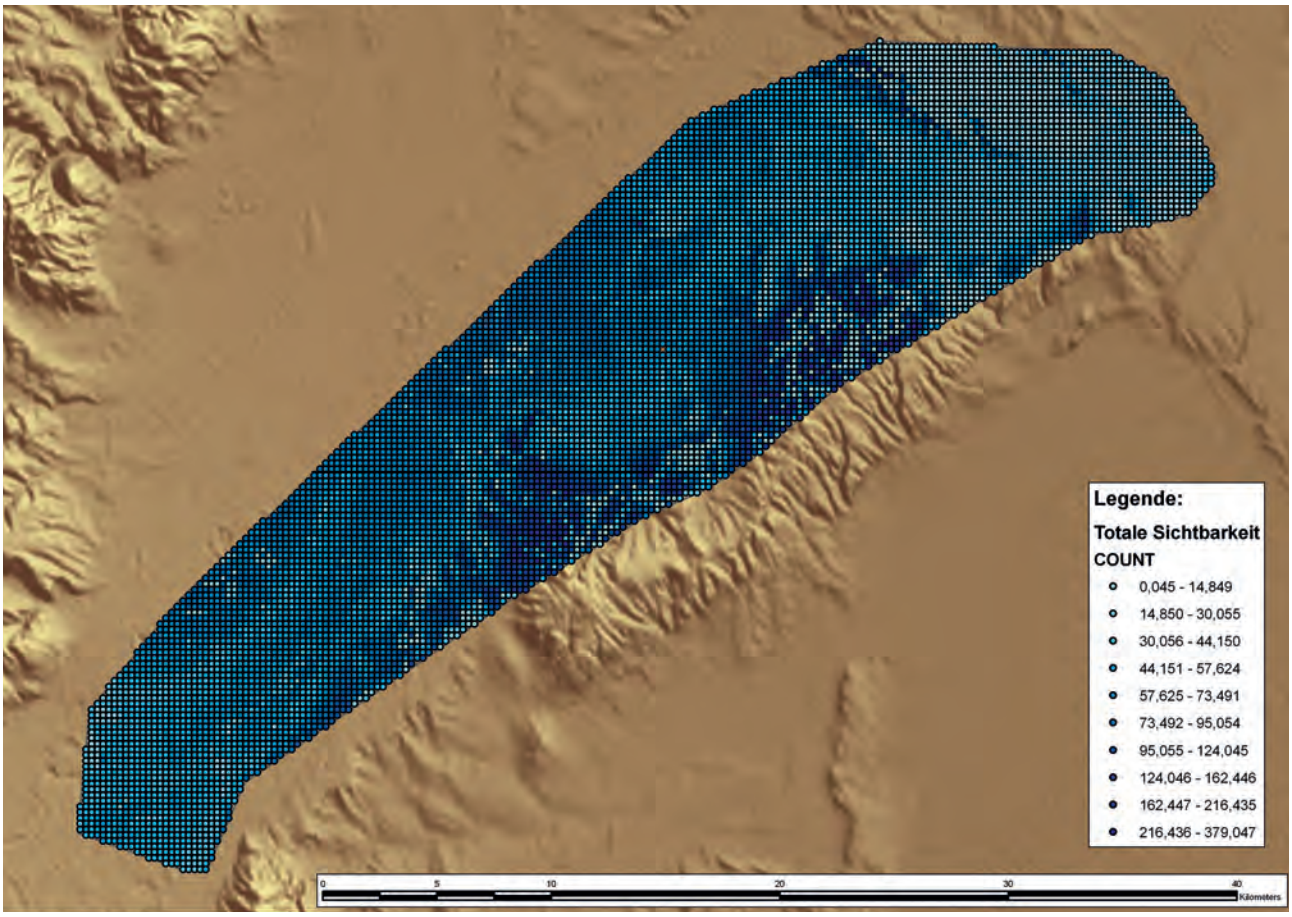


Abb. 177: Totale Sichtbarkeitskarte aus 9.438 Rasterpunkten (Datengrundlage: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126). Die Punkte sind nach der von ihnen aus sichtbaren Rasterelementen farbkodiert, Hintergrund: schattiertes SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

nis werden die sichtbaren und verdeckten Strecken entlang der geraden Linie zwischen Beobachter und Ziel angezeigt. Dadurch lässt sich die Intervisibilität zwischen zwei Fundstellen rasch überprüfen.

Eine andere Möglichkeit zur Untersuchung der Intervisibilität besteht darin, eine *Sichtbarkeitskarte* (*viewshed*) für den Beobachtungspunkt zu berechnen (Abb. 175). Dabei wird für jede Zelle eines Ausgaberasters berechnet, ob sie unter den gegebenen Annahmen (z. B. Beobachterhöhe, Zielhöhe, Ausschnitt des Azimuts, maximale Entfernung, Erdkrümmung etc.) vom Beobachtungspunkt aus sichtbar oder verdeckt ist. Das Ergebnis ist also eine binäre Karte mit den Werten „Sichtbar“ oder „Verdeckt“. Die Analyse ist somit quantifizierbar und wiederholbar.

Durch Wiederholung der Analyse für jede Fundstelle innerhalb einer bestimmten Auswahl (z. B. bronzezeitliche Grabhügel) und Addierung der binären Raster lassen sich sogenannte *kumulative Sichtbarkeitskarten* (*cumulative viewsheds*) erzeugen (Wheatley 1995). In diesen hat jedes Rasterfeld einen Index-Wert. Dieser gibt an, von wie vielen der anderen Standpunkte es gesehen werden kann. Anhand dieses Wertes lässt sich somit für jedes Gräberfeld die Anzahl der sichtbaren anderen Fundstellen ermitteln. Durch statistische Tests kann in der Folge überprüft werden, ob eine Intervisibilität signifikant und somit für die Lage der Gräberfelder von Bedeutung gewesen sein könnte (Wheatley 1995, 173). Die Verwendung des Konjunktives erscheint hier wichtig, da D. Wheatley betont, dass eine Signifikanz kein zwingendes Argument für eine kausale Interpretation darstellt (Wheatley 1995, 180). Vielmehr könnte eine signifikante Intervisibilität auch von einer bevorzugten Wahl erhöhter Standpunkte für die Anlage der Gräberfelder herrühren: Sally Exon et al. konnten zum Beispiel für die Umgebung um Stonehenge feststellen, dass frühbronzezeitliche Grabhügel so erbaut wurden, dass sie innerhalb von 100 m zur Grenze des Sichtbarkeitsbereiches älterer Monumente lagen (Exon et al. 2000, 21).

Bei der *totalen Sichtbarkeitskarte* (*total viewshed*) wird für jedes einzelne Rasterelement eines Gebietes eine eigene Sichtbarkeitskarte berechnet. Aus dieser Unzahl an Karten

lassen sich zwei Produkte ableiten: Zum einen können sämtliche berechneten Karten zu einer totalen Sichtbarkeitskarte addiert werden (Abb. 176), zum Anderen kann man ein Raster berechnen, im welchem jedem Element die Summe der von ihm aus sichtbaren Rasterelemente eines Gebietes zugewiesen wird (Abb. 177) (Llobera 2003, 33–36).

Higuchi-Sichtbarkeitskarte (*Higuchi-viewshed*): Die Distanz, auf welche sich Sichtbarkeitskarten berechnen lassen, ist prinzipiell beliebig und in der Praxis von der Ausdehnung des verwendeten Geländemodells und der Erdkrümmung begrenzt. Die Art der erkennbaren Objekte variiert jedoch mit der Distanz. So lassen sich Grabhügel – sofern sie nicht markiert oder an der Horizontlinie gelegen deutlich zu sehen waren – ab einer gewissen Entfernung nicht mehr erkennen, obwohl sie eventuell im sichtbaren Bereich einer „unbegrenzten" Sichtbarkeitskarte liegen (vgl. Wheatley, Gillings 2000, 6). Dies könnte zu einer Überbewertung der Intervisibilität des entsprechenden Beobachtungspunktes führen. Deshalb versuchten David Wheatley und Mark Gillings, den Faktor Distanz in Sichtbarkeitskarten zu integrieren (Wheatley, Gillings 2000). Ausgangspunkt waren die Ideen des Landschaftsplaners Tadahiko Higuchi, der in den 1980er Jahren unter anderem einen Distanzindex für die visuelle Erscheinung von Landschaftselementen definiert hatte (Higuchi 1983). Nach diesem kann man Bäume in der Nähe klar identifizieren und Details erkennen. In mittlerer Entfernung (entspricht etwa einem 60- bis 1.100-fachem der Größe der Bäume) verschwimmen die einzelnen Bäume zu einer Einheit, während sich aus der Ferne nicht einmal mehr die Konturen der Bäume am Horizont erkennen lassen (Wheatley, Gillings 2000, 16). Indem man die Distanzklassen mit der Sichtbarkeitskarte verschneidet erhält man eine sogenannte Higuchi-Sichtbarkeitskarte. Das sichtbare Areal lässt sich somit in Bereiche unterteilen, welche den Schwerpunkt mehr auf dem Nahbereich visueller alltäglicher Kommunikationsmittel oder auf der „szenischen Landschaft" haben (Wheatley, Gillings 2000, 19).

Fuzzy-Sichtbarkeitskarte (*fuzzy viewshed*): Der Distanzabhängigkeit der visuellen Wahrnehmung nimmt sich auch Dennis E. Ogburn an (Ogburn 2006, 406 f.). Basierend auf den Überlegungen zu „psychophysischen" (z. B. Auflösungsvermögen des menschlichen visuellen Systems), umweltbezogenen (Beleuchtung, Dunst etc.) und objektbezogenen (z. B. Kontrast, Markierung) Grenzen, schlägt er die Berechnung einer distanz- und objektabhängigen Fuzzy-Sichtbarkeitskarte vor (Ogburn 2006, 409 f.). Anstelle der Dichotomie „sichtbar – nicht sichtbar" werden dabei Grade der Sichtbarkeit (1: deutlich sichtbar bis 0: nicht sichtbar) vergeben.

Trotz des offensichtlichen Nutzens von Sichtbarkeitskarten sollte man sich bei ihrer Verwendung der durchaus zahlreichen *Problematiken*, die mit ihrer Herstellung und Interpretation einhergehen, bewusst sein (Gillings, Wheatley 2001, 31 ff., Wheatley, Gillings 2000, 5 ff.; Tschan et al. 2000, 29 ff.; van Leusen 1999, 218 f.). Bei der Herstellung gibt es zahlreiche wichtige Kriterien, welche die Qualität des Resultates und damit seine Interpretierbarkeit stark beeinflussen: die Übertragbarkeit des heutigen Reliefs auf die Vergangenheit, das Fehlen ausreichend genauer Karten zu Paläovegetation (die Karten werden dadurch fast immer vegetationslos berechnet), die Präzision und Genauigkeit des verwendeten Geländemodells, die verwendeten Algorithmen (v. a. mit oder ohne Einbeziehung der Erdkrümmung, binär versus fuzzy), Unsicherheit bezüglich der Beobachter- und Zielhöhe.

Bei der Interpretation der Resultate sind abgesehen von der Problematik der Herstellung auch die Randeffekte (vor allem bei kumulativen Sichtbarkeitskarten haben die Fundstellen am Rand des Untersuchungsgebietes weniger Intervisibilität als jene in der Mitte) (van Leusen 1999, 218 f.; Wheatley, Gillings 2000, 11), die Veränderung der Sichtbarkeit in Abhängigkeit von Jahreszeit und atmosphärischer Bedingungen (Wheatley, Gillings 2000, 5 f., Gillings, Wheatley 2001, 32; Tschan et al. 2000), der Kontrast, den das Objekt zu seiner Umgebung hat (Wheatley, Gillings 2000, 6, Gillings, Wheatley 2001, 33) oder die Problematik der Gleichzeitigkeit von Fundstellen mit zu bedenken.

Abgesehen von den soeben besprochenen Punkten wird die Anwendung von Sichtbarkeitskarten auch prinzipiell kritisiert. Ein Kritikpunkt ist die vielen Arbeiten inhärente „Simplifizierung" der Wahrnehmung (Gillings 1997, 3c). Grund dafür scheint paradoxerweise die relative einfache Prozedur zu sein, mit der sich heute Sichtbarkeitskarten herstellen lassen: Ein DGM und ein paar Tastendrucke reichen dazu aus. Dies verleitet viele Archäologen dazu, Sichtbarkeitskarten zu publizieren, ohne sich über die damit einhergehenden Problematiken auseinandergesetzt zu haben. Die Verwendung von Sichtbarkeitskarten ist jedoch aufgrund der zahlreichen oben angeführten methodischen Probleme alles andere als einfach und bedarf daher einer fundierten theoretischen Diskussion (vgl. Lock 2000b, 63; Wheatley, Gillings 2000, 2).

Eine weitere Kritik richtet sich gegen die kognitive Interpretation von Sichtbarkeitskarten. Diese seien nämlich im Prinzip ebenfalls ökodeterministisch, da sie sich ausschließlich auf das vermessene Relief beziehen. Diese Analysen werden daher in Abwandlung als „kognitiver Determinismus" (*cognitive determinism*) bezeichnet (van Leusen

1999, 220). Vince Gaffney hatte jedoch schon früher konstatiert, dass diese Kritik am eigentlichen Punkt vorbeigehe (Gaffney, van Leusen 1995, 375). Der Ökodeterminismus würde ja nicht kritisiert, weil sich die Modelle auf physikalisch messbare Größen beziehen, sondern weil die Modelle ausschließlich umweltbezogen erklärt bzw. interpretiert werden, was bei Sichtbarkeitskarten nicht der Fall sei.

Ein letzter Kritikpunkt bezieht sich auf die Dominanz des Gesichtssinnes bei den Analysen zur Landschaftswahrnehmung. Das Sehen sei nur einer unserer Sinne. Landschaft könne man folglich auch durch Hören, Riechen und Fühlen wahrnehmen. Man spricht vom „Visualismus" (Gillings 1997, 3c). Diese Kritik richtet sich aber nicht gegen die Verwendung von Sichtbarkeitskarten an sich, sondern gegen ihre Dominanz bei Analysen zur Wahrnehmung von Landschaft.

So sei es auch wichtig, die Wahrnehmung anhand der anderen Sinne in Form von sogenannten „sound- und smellscapes" in Analysen mit einzubringen (vgl. Rainbird 2008). Diese sind in der Archäologie jedoch noch kaum erforscht. Es scheint auch schwierig zu sein, diese in Analysen mit einzubeziehen, da ihre Reichweite von zahlreichen Faktoren abhängt, die extrem variabel sind und sich innerhalb kürzester Zeiträume ändern können (z. B. Windrichtung und Windstärke). Auch haben sich Klangkulisse und Gerüche im letzten Jahrhundert in unserem Raum allein durch den Verkehr drastisch verändert. Interessant für zukünftige Analysen könnten auch Dispersionsmodelle sein, anhand derer man heute versucht, „zu erwartende Geruchsbelästigungen" – etwa durch den Bau einer Fabrik – anhand mathematischer Modelle zu berechnen (Hellbrück, Fischer 1999, 152).

14.2.2 Topografische Prominenz und Offenheit des Geländes

In einer Landschaft gibt es „prominente" Plätze, welche sich über das Geländerelief erheben. Solche Plätze haben einen Effekt auf den Menschen und vermitteln ein Gefühl der "…visual and physical control…" (Llobera 2001, 1007). Anhand der topografischen Prominenz lassen sich somit die Problemkreise um eine symbolische Bedeutung von Plätzen innerhalb einer Landschaft untersuchen. Die topografische Prominenz eines Punktes wird nach Marcos Llobera als der Prozentsatz des Geländes definiert, der innerhalb eines bestimmten Radius unterhalb des gegebenen Punktes liegt. Dahin gehende Berechnungen lassen sich in einem GIS verhältnismäßig einfach programmieren. Je nach verwendetem Radius wird die Prominenz eines Ortes auf unterschiedliche Maßstabsebenen bezogen: So zeigt ein Radius von 90 m vor allem kleinräumige, lokale Strukturen auf, während Radien von 500 m und darüber regionale Prominenzen zeigen (Abb. 178). Lloberas Untersuchungen in den Yorkshire Wolds zeigten, dass 90 % der bronzezeitlichen Grabhügel in Positionen mittlerer und hoher Prominenz lagen, während bei den eisenzeitlichen Hügeln das Gegenteil der Fall war (Llobera 2001, 1012). Dieser Ansatz ist interessant und vielversprechend, wurde aber bislang nicht weiter untersucht (zuletzt jedoch: Reu et al. 2011).

Auch die reliefbedingte Prominenz eines Ortes lässt sich im GIS berechnen und darstellen und ist somit visualisierter Anschauungsraum. Abb. 179 zeigt ein Beispiel mit aus Luftbildern kartierten archäologischen Strukturen entlang der Leitha, wobei sich zeigt, dass die Strukturen vor allem in den Bereichen erhöhter bis maximaler topografischer Prominenz liegen. Rückblickend auf die Diskussion um den Ökodeterminismus könnte man in solchen Fällen die prominente Lage sowohl auf den Faktor Gewässer (möglichst vor Hochwasser sichere Lage nahe am Wasser) oder auf den Wunsch, höher zu siedeln als die Nachbarn in der Umgebung, argumentativ zurückführen. Ob diese Faktoren tatsächlich Relevanz hatten, lässt sich jedoch nicht bestimmen.

Die Offenheit eines Geländes (*openness*) ist der topografischen Prominenz sehr ähnlich. Sie gibt ebenfalls Auskunft darüber, ob ein bestimmter Standpunkt in Bezug auf das umgebende Gelände erhöht oder eingeschlossen liegt. Im Gegensatz zur topografischen Prominenz gibt die Offenheit jedoch eine Relation des Höhenunterschiedes an. Von einem beliebigen Standpunkt aus werden dabei acht Gerade mit einer bestimmten Länge (hier: 1.000 m) gleichmäßig im Umkreis (d. h. nach N, NO, O, SO, S, SW, W, NW) gezogen. Für jede Gerade wird der maximale Zenit- bzw. Nadirwinkel berechnet, den sie mit den entlang gelegenen topografischen Höhen einnimmt. Der Mittelwert aus den acht Geraden ergibt den Offenheits-Wert des entsprechenden Standpunktes (Yokoyama et al. 2002). Systematisch in einem Raster berechnet erhält man eine Karte der Offenheit eines bestimmten Gebietes.

Abb. 181 zeigt die Offenheit eines Geländes im Leithagebirge südlich von Wien. Die in Bezug auf den gemittelten Öffnungswinkel farbkodierte Darstellung zeigt die konvexen Formen der Hügelrücken sowie die konkaven Flusstäler deutlich nach und kann daher auch für geomorphologische Kartierungen eingesetzt werden. In der Archäologie wird sie im Rahmen der Berechnung von Wegenetzen weiter unten Bedeutung erlangen (vgl. Kapitel 16).

14.2.3 Cost-Surfaces

Die Landschaft ist keine einheitliche Ebene. Vielmehr wird die Fortbewegung durch konkrete Hindernisse (Fluss, Berg, aber auch Tabubereiche) bzw. die allgemein unterschiedliche Oberflächenbeschaffenheit (Wald, Ebene, hügeliges Relief) beeinflusst. Somit bedarf es oftmals eines

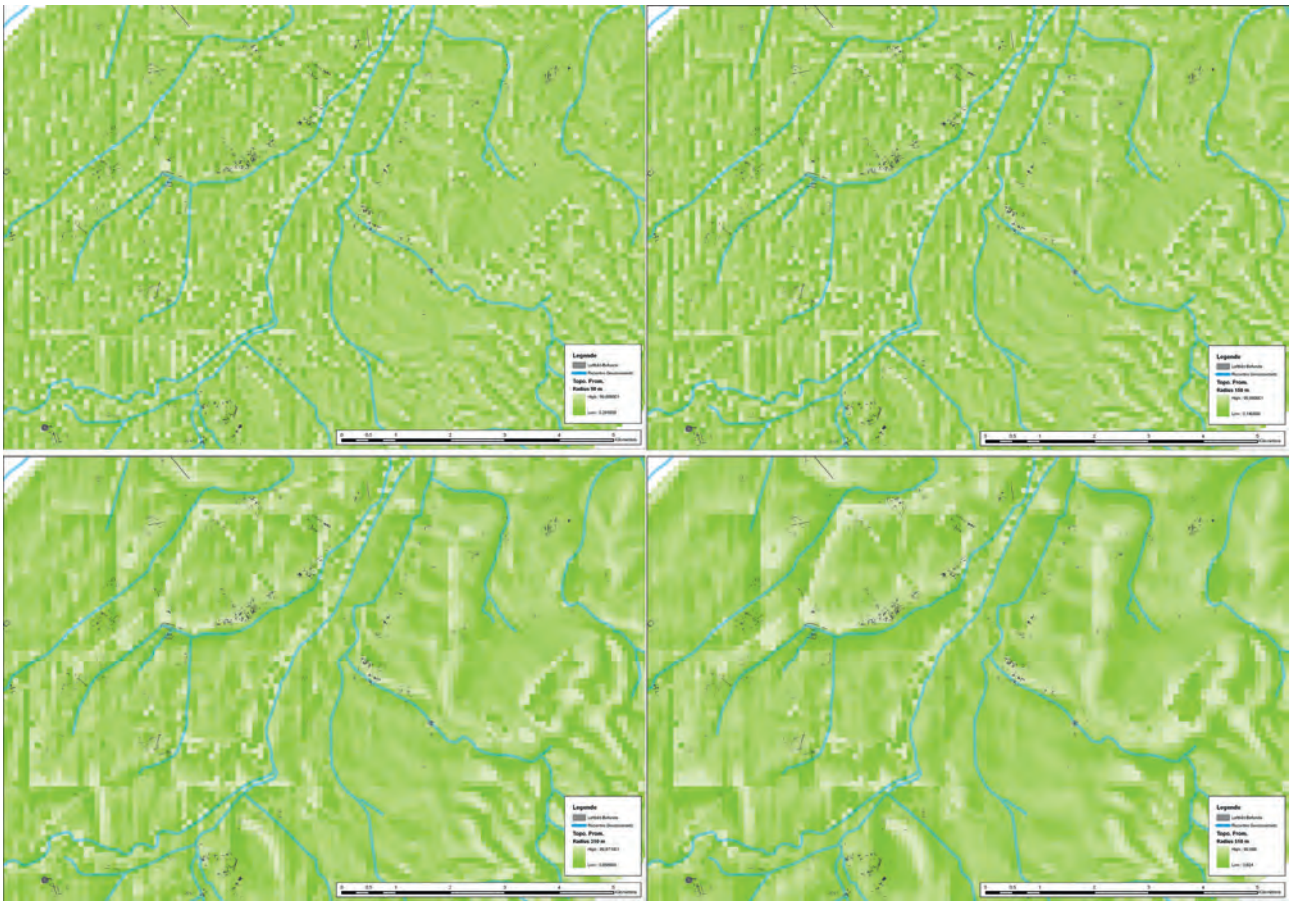


Abb. 178: Topografische Prominenz eines etwa 90 km² großen Gebietes mit Radien von 90 m (links oben), 150 m (rechts oben), 310 m (links unten) und 510 m (rechts unten) (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage für topografische Prominenz: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

völlig unterschiedlichen Aufwands, zwei Orte, welche auf der Karte die gleiche Distanz zu einer Ressource haben, zu erreichen (Wheatley, Gillings 2002, 151–158). Deshalb ist der Versuch, Verbreitungskarten zu erklären, mit dem „understanding of the potential for – and constraints on – movement through the landscape" verbunden (Conolly, Lake 2006, 214).

Bei der Cost-Surface-Analyse wird diesem Umstand Rechnung getragen. Der geografische Raum wird dabei anhand einer Reihe von unterschiedlichen Cost-Surfaces dargestellt, welche die relevanten Eigenschaften der Oberfläche als „Kosten" (Aufwand) für ihre Überwindung beschreiben (van Leusen 1999, 216). So kann man etwa einen Cost-Surface für die Hangneigung erstellen – je steiler das zu überwindende Gelände, desto mehr Energie muss für das Zurücklegen einer gleichen Distanz aufgewendet werden.

Cost-Surfaces werden weiter unten noch ausführlicher diskutiert (vgl. Kapitel 16.3). In diesem Zusammenhang erscheint bedeutend, dass während ihres Erstellens die eigentliche archäologische Interpretation stattfindet: Hier fließt das Vorwissen über alle Faktoren ein, die den Menschen im Laufe der Zeit bei der Wahl seiner Wege beeinflusst haben (Gelände, Hangneigung, Bodenverhältnisse, Hydrologie, Sonneneinstrahlung, aber auch soziale Faktoren …). Auch das Verhältnis dieser Elemente zueinander leitet sich von unseren Vorstellungen über die prähistorische und antike Wirklichkeit ab: Wie wichtig war es, schnell vorwärtszukommen? Wie wichtig waren die Bodenverhältnisse, wie stark beeinflusste die Sonneneinstrahlung den Verlauf von Altwegen?

Bei ihren Untersuchungen zum „Ridgeway" in Südengland konnten Tyler Bell und Gary Lock zeigen, dass dieser Weg anscheinend tatsächlich nach dem Prinzip der Kostenminimierung verläuft (Bell, Lock 2000, 92 f.). Für M. Llobera können sich Elemente der Landschaft auf physischer sowie mentaler Ebene auf die Fortbewegung auswirken (Llobera 2000, 72). So können bestimmte Landschaftelemente je nach sozialem und kulturellem Hintergrund anziehende oder abweisende Wirkung auf die Fortbewegung haben, und Wege oft von charakteristischen

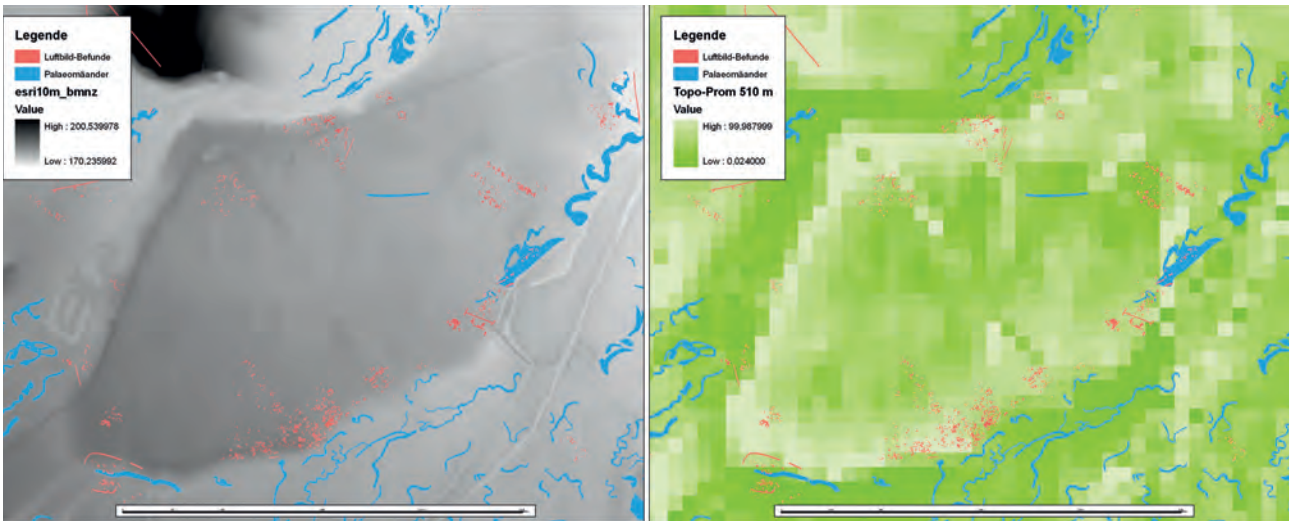


Abb. 179: Raum Reisenberg, NÖ. Kartierung von archäologischen Strukturen aus Luftbildern. Hintergrund links: DGM, Hintergrund rechts: topografische Prominenz mit Radius von 510 m (Grafik: Michael Doneus; Datengrundlage: DGM Höhenraster © BEV 2013, Vervielfältigung mit Genehmigung des BEV – Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen in Wien, T2013/95126).

Landschaftsmerkmalen oder Monumenten scheinbar „angezogen" werden (siehe auch Forbes 2007, 376 f.).

Somit stellen gerade die Cost-Surfaces ein mögliches Bindeglied zur postprozessualen Nutzung von GIS dar. Es spricht nämlich nichts dagegen, etwa sozialen „Aufwand", Wahrnehmung oder die „anziehende" Wirkung von bestimmten Landschaftselementen in Form einer Oberfläche zu modellieren und diese in einen Cost-Surface zu integrieren. Auf diese Weise könnte man selbst phänomenologische Aspekte einer GIS-Analyse zugänglich machen.

14.2.4 Virtuelle und augmentierte Realität

Eine weitere mögliche Perspektive interpretierter Landschaft und der Überbrückung prozessualer und postprozessualer Ansätze stellt die Integration virtueller Techniken dar (virtuelle Realität). Durch sie lassen sich einige Beschränkungen von GIS überwinden und virtuelle, individuelle Anschauungsräume erzeugen und durch interaktive Benutzung dynamische Ansichten visualisieren. Individuelle Ansichten in solchen virtuellen Räumen können gespeichert und anderen Personen zugänglich gemacht werden. Darauf beruhende Interpretationen sind somit nachvollziehbar und entsprechen dem wissenschaftlichen Kriterium der Intersubjektivität.

Eine der in diesem Zusammenhang interessantesten Arbeiten der letzten Jahre ist „Stonehenge Landscapes" (Exon et al. 2000). In dieser Arbeit wird der Versuch unternommen, über GIS-basierten Analysen mit einem der phänomenologischen Methodik ähnlichen Zugang zur Landschaft rund um Stonehenge zu verbinden. Dabei spielen der geometrische Raum des GIS sowie virtuelle Anschauungsräume eine wichtige Rolle: Durch eine Kombination von GIS und virtueller Archäologie, welche in Form von interaktiven Werkzeugen, 3D-Simulationen, digitalen Panoramen, bewegten Bildern und Tonaufnahmen oder animierte Sichtbarkeitskarten entlang vorberechneter Pfade dem Leser zur Verfügung gestellt wird, scheint es möglich, anderen Personen die eigenen Analysen und Interpretationen virtuell erfahrbar zu machen. Es gelingt damit der Schritt weg von der zweidimensionalen Beschränktheit traditioneller Kartierungen hin zu einer dreidimensionalen Darstellung der Daten, die abhängig vom Betrachter auf beliebig viele Weisen „gelesen" werden kann (Exon et al. 2000, 109).

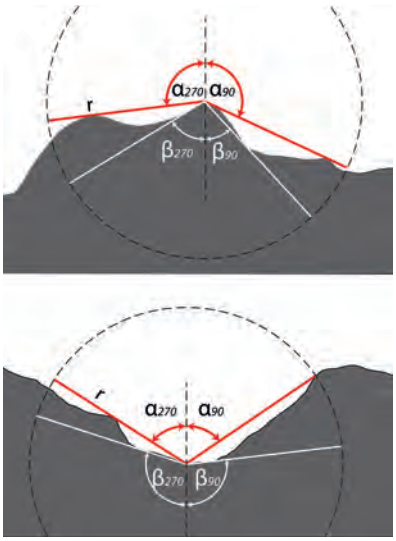


Abb. 180: Schematische Darstellung der positiven bzw. negativen Offenheit eines Geländepunktes (Grafik: Michael Doneus nach Yokoyama et al. 2002).

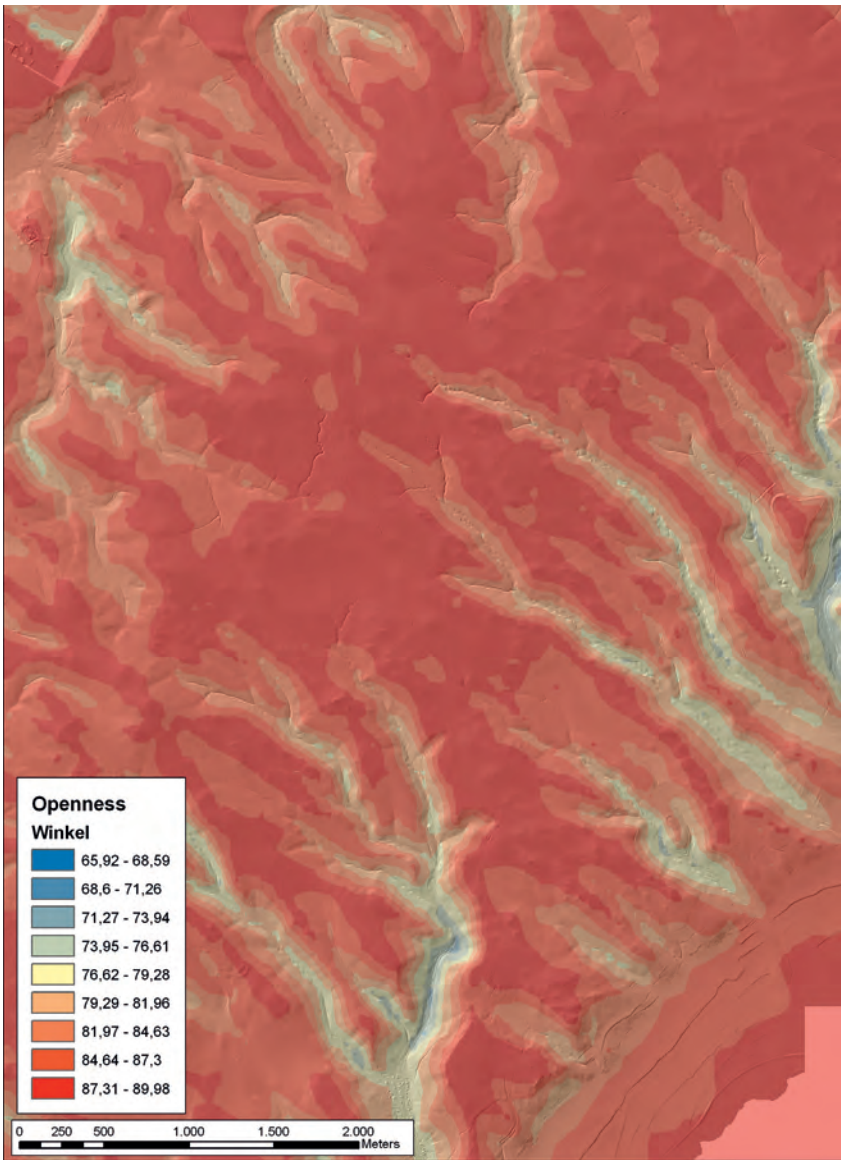


Abb. 181: Die Karte der Offenheit eines Geländes (R: 1.000 m) zeigt die konvexen (Hügelrücken) und konkaven (Täler) Geländeformen deutlich an. Der dargestellte Ausschnitt wurde für die Berechnung eines das Leithagebirge querenden Wegenetzes erstellt. Datengrundlage: ALS-basiertes Geländemodell – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

14.3 Die interpretierte Landschaft

Trotz der erwähnten Kritik – vor allem in Bezug auf die Sichtbarkeitskarten – zeigen diese Versuche, dass es prinzipiell möglich ist, die menschliche Wahrnehmung in GIS-Analysen einzubinden. Wichtig dabei ist, dass die Ergebnisse einer fundierten Interpretation bedürfen, welche den Makromaßstab der prozessualen Archäologie und den Mikromaßstab der Postprozessualisten zu verknüpfen vermag. Eine Theorie der Landschaftsarchäologie müsste nach Gramsch konsequenterweise über die umweltrelevanten Beziehungen hinausgehen (Gramsch 2003, 50). Um das Siedlungsverhalten erfassen zu können, „sind Aussagen zu den sozialen Verhältnissen, zu den Werte- und Weltvorstellungen, d. h. zur Ideologie einer Gesellschaft nötig". Dazu bedarf es jedoch der Einbeziehung aller den Archäologen zugänglichen Quellen. Eine Beschränkung auf Siedlungen kann nur ein verzerrtes Bild wiedergeben. Erst die Einbeziehung etwa von Bestattungen und Depots – und zwar sowohl als „Fundpunkte" im Raum als auch in detaillierter Betrachtung als Quellen sozialer, religiöser und politischer Verhältnisse – lassen sich diesbezüglich erweiterte Aussagen machen (vgl. Brather 2006, 76 f.; Krenn-Leeb 2008). Tina Thurston verbindet zum Beispiel in „Landscapes of power, landscapes of conflict" empirische und interpretative Ebene, um politische, ökonomische und religiöse Landschaften im eisenzeitlichen und frühgeschichtlichen Skandinavien anhand von Modellen zu rekonstruieren (Thurston 2001).

Darüber hinaus muss man in der Landschaftsarchäologie auch abseits der uns geläufigen Kategorien von Siedlung, Gräberfeld und Wirtschafts- bzw. Kommunikationsstrukturen recherchieren. So wichtig das Konzept der Fundstelle selbst im Rahmen der Landschaftsarchäologie auch sein mag (vgl. Kapitel 8.3.2), Menschen beziehen, wie bereits weiter oben gezeigt, Landschaftsmerkmale der Umgebung in ihre Vorstellungswelt mit ein, die zu „… factors in thought and action …" werden können (Crumley 1999, 270).

Auch wenn Landschaftsmerkmale keine materielle Hinterlassenschaft sind und mit unseren archäologischen Methoden der Prospektion und Dokumentation daher kein Nachweis für ihre archäologische Bedeutung erbracht werden kann, müssen wir davon ausgehen, dass sie in vergangenen Gesellschaften eine wichtige Rolle spielen konnten. Landschaftsmerkmale erlangten Bedeutung und werden in Vorstellungen integriert: Die Landschaft wird „domestiziert" (Snead, Preucel 1999, 172). Die „domestizierte Landschaft" erhält durch Orte (vgl. Kapitel 3.2) Bedeu-

tung, deren Beziehungen und Verbindungen zueinander den Landschafts-Raum aufspannen, ihm Struktur geben und „soziale Identität" erzeugen (Knapp 1999, 248). Somit sind Orte auch für den Zusammenhalt einer Gemeinschaft wichtig. Zahlreiche weitere Beispiele von durch kulturelle Hinterlassenschaft strukturierten Räume sind bei Wendy Ashmore und Bernard Knapp publiziert (Ashmore, Knapp 1999b).

Die von den Bewohnern auf solche Weise strukturierte Landschaft lässt nach Timothy Darvill bisweilen kosmologische Vorstellungen erkennen (Darvill 1997, 81 ff.). Im Raum Dorchester übertrug er die in Grabungen erfasste strukturelle Aufteilung mehrerer Henges auf die Landschaft. Er konstatierte, dass sich die Hauptachsen der Henges in der Landschaft widerzuspiegeln scheinen: Von einem angenommenen Bezugspunkt aus fanden sich im Osten vor allem Siedlungen, im Westen Bestattungen und im Süden zeremonielle Plätze. Eine ähnliche räumliche Aufteilung erkannte Douglas K. Charles anhand der Hopewell-Besiedlung entlang des Illinois (Charles 2010).

Von manchen Autoren wird gerade bei der stark interpretierenden Landschaftsarchäologie die Bedeutung ethnografischer Analogien betont (z. B. Lane 2008). Benjamin W. Smith und Geoffrey Blundell zeigen, dass sich Interpretationen zur Bedeutung von Felsbildern im Landschaftskontext im Vergleich mit Ergebnissen der Ethnografie bisweilen als völlig falsch herausstellen (Smith, Blundell 2004). In diesem Sinn erscheint das von Thomas Knopf initiierte Projekt interessant, in dessen Rahmen gezielt ethnografische und archäologische Beobachtungen in einer Datenbank gesammelt werden, um damit mögliche Analogien herzuleiten und Aussagen zum Umweltverhalten prähistorischer Gesellschaften zu erhalten (Knopf 2005; 2008a).

Ein anderer Ansatz interpretativer Landschaftsarchäologie ist die Landschafts-Biografie: Sie versucht eine diachrone Darstellung von Landschaftsgeschichte, in welcher einerseits die dynamische Entwicklung einer Region im Vordergrund steht, andererseits aber ein starker Bezug zu den in ihr lebenden Menschen hergestellt wird. Sie sind es, die eine Landschaft gestalten und sich mit dem physischen und kulturellen Erbe auseinandersetzen (Samuels 1979, 67). Dynamik, Persistenz und Handlungsfähigkeit spielen eine bedeutende Rolle (Roymans et al. 2009). So zeigt Nico Roymans, wie urnenfelderzeitliche Friedhöfe durch die Zeit hindurch das Landschaftsbild-Bild in den Niederlanden bestimmten (Roymans 1995). Entsprechende Arbeiten (z. B. auch Küster 1996; Darvill 2007; Pollard, Reynolds 2002) stehen in der Tradition der durch William G. Hoskins initiierten Landschaftsgeschichte (Hoskins 1955; 1954).

Bedeutsam in unserem Zusammenhang erscheint die Betonung des Individuums bei der Landschaftsgestaltung. Die Rolle individueller Handlungsfähigkeit wurde in der Landschaftsarchäologie bislang nicht thematisiert. Selbst Phänomenologen und andere Vertreter postprozessualer Landschaftsarchäologie haben sich damit kaum auseinandergesetzt (vgl. Hodder 2000, 22 f.). Gerade hier könnte jedoch der Schlüssel zur Analyse archäologischer Landschaft und ihrer beiden Komponenten – Realraum und Bedeutung – liegen. Deshalb soll nun das menschliche individuelle Handeln Ausgangspunkt des folgenden Kapitels sein. Dabei wird ein integrativer Ansatz unter Zuhilfenahme soziologischer Theorie vorgestellt, und anhand von praktischen Beispielen erläutert.

Teil 5 – Die verstehende Erklärung

15. Individuum und Landschaft

Im Kapitel zur kulturellen Struktur der Landschaft wurde die Handlungsfähigkeit des Menschen, als zentrales Konzept für die Landschaftsarchäologie angedacht: Aus dem Blickwinkel des aktiv denkenden und handelnden Menschen konnte die Rolle der Natur in landschaftsarchäologischen Analysen bestimmt und die Debatte um den Ökodeterminismus aufgelöst werden. In diesem letzten Kapitel soll das Konzept der Handlungsfähigkeit weiter ausgeführt und anhand von Beispielen konkretisiert werden. Es wird sich dabei zeigen, dass das Konzept des handlungsfähigen Menschen in der Landschaftsarchäologie die Positionen von Prozessualismus und Postprozessualismus überbrücken (vgl. Dobres, Robb 2000b, 3) und etische sowie emische Ansätze der Beobachtung in einer Theorie vereinen kann. Ausgangspunkt sind der strukturell-individualistische Ansatz der Soziologie und die Theorie der rationalen Entscheidung in ihrer weiten Variante (Wert-Erwartungstheorie). Knut Petzold hat erst vor Kurzem den strukturell-individualistischen Ansatz für die Archäologie diskutiert, und das Phänomen der westeuropäischen Megalithen unter Zuhilfenahme der harten (engen) Variante der Theorie der rationalen Entscheidung (vgl. S. 316) zu erklären versucht (Petzold 2007). Auch wenn diese reduktionistische Variante in der hier vorliegenden Arbeit nicht verfolgt wird, diente Petzolds äußerst interessante Arbeit als Denkanstoß für die folgenden Kapitel.

15.1 Mikro- und Makroebene: Der strukturell-individualistische Ansatz

In der Archäologie ist man bemüht, ehemalige Gesellschaften aufgrund ihrer Hinterlassenschaften zu rekonstruieren. Dabei ist man mit einem Maßstabsproblem konfrontiert: Es sollen Strukturen in der Makroebene (Gesellschaften, Kulturen) mit Hilfe von Elementen aus der Mikroebene (Artefakte und Ökofakte) erkannt und rekonstruiert werden. In Bezug auf die Landschaftsarchäologie scheinen für die Erklärung einer Siedlungsverteilung bei getrennter Betrachtung der Makro- und Mikroebene jeweils unterschiedliche Gründe relevant zu sein. Wie im vorigen Kapitel bereits dargestellt werden konnte, liegt in der zu untersuchenden Maßstabsebene auch ein wesentlicher Unterschied zwischen funktional-prozessualer Landschaftsarchäologie und den postprozessualen Ansätzen. Während Prozessualisten in erster Linie an der Gesellschaft, großräumigen systemischen Zusammenhängen, und Makrostrukturen interessiert sind und individuelle Erscheinungen in ihren statistischen Analysen als „Abweichung“, „Ausreißer“ oder „Rauschen“ wegzufiltern versuchen (vgl. Hodder 2000, 26), kritisieren Anhänger der postmodernen Ansätze die Vernachlässigung des Individuums.

Moderne naturwissenschaftliche Analysemethoden und die akribische Dokumentation einer sorgfältigen stratigrafischen Ausgrabung entlocken selbst kleinsten Artefakten erstaunliche Tatsachen und Schlussfolgerungen. Die Einbeziehung der Ergebnisse in den Makrokontext erscheint jedoch häufig schwierig. Erst vor Kurzem bemängelte I. Hodder das Fehlen expliziter Theorien, die eine Brücke zwischen den Maßstabsebenen schlagen würden (Hodder 2000, 21). Dies umso mehr, als selbst im Postprozessualismus auf das Individuum nur selten eingegangen würde, da man zu sehr mit Strukturen, Ressourcen und sozialer Handlungsfähigkeit beschäftigt sei (Hodder 2000, 25). Hodder fordert daher eine erzählende Herangehensweise, in welcher vom Individuum ausgehend eine Verknüpfung auf der Makroebene hergestellt wird.

Von zentraler Bedeutung für die hier propagierte Landschaftsarchäologie ist dabei jedoch die Einhaltung wissenschaftlicher Grundsätze. D.h., die Erzählungen müssen intersubjektiv nachvollziehbar kausale Zusammenhänge im Sinne von Erklären und Verstehen beinhalten, die das Vorhandensein und den Wandel sozialer Strukturen herleiten lassen:

„Die Kunst besteht eben nicht in der Beschreibung der bunten Vielfalt der realen Welt, sondern in dem ab-

strahierenden Sehen einfacher und typischer Strukturen *in* dieser realen Welt“ (Esser 2002, 21).

Es wird also ein Ansatz gesucht, der den Dualismus zwischen Mikro- und Makrostrukturen zu überwinden helfen kann und wissenschaftlichen Prinzipien gerecht wird. Ein möglicher Lösungsweg wurde in der Geschichtswissenschaft durch die von französischen Historikern begründete Annales-Schule aufgezeigt. Durch Nutzung neuer Quellen und interdisziplinärer Methodik widmete man sich abseits von Königen und Schlachten erstmals der Gesellschaft und dem „einfachen“ Individuum (Bintliff 1991, 6). Anknüpfungspunkt zur Archäologie stellt die materielle Hinterlassenschaft dar, die auf individuelles Handeln zurückgeführt werden kann. Darauf basierend versucht John Bintliff anhand der Chaos- und Komplexitätstheorie, die er der Annales-Schule nahestellt, die Dichotomie zwischen Individuum und Struktur aufzubrechen: Sozialverhalten ist immer unter Berücksichtigung des Kontextes der natürlichen Umwelt zu beurteilen, da es oft ungewollte Konsequenzen für diese hat. So können individuelle Handlungen oder kurzzeitige Ereignisse durchaus weitreichende Konsequenzen haben (Bintliff 2007).

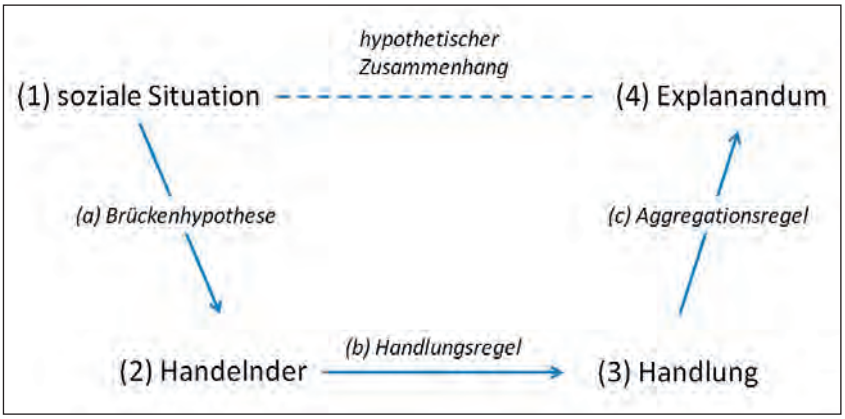


Abb. 182: Das Modell einer Makro-Mikro-Makro-Erklärung (auch als „colemansche Badewanne“ nach Coleman 2010 bekannt) (Grafik: Michael Doneus nach Coleman 2010).

In der Soziologie gibt es seit mehreren Jahrzehnten ähnliche Ansätze, die soziale Phänomene auf individuelle Handlungen zurückführen, und als „methodologischer Individualismus“ (auch: „strukturell-individualistischer Ansatz”) zusammengefasst werden – ein Begriff, der von Karl Popper (Popper 2003) geprägt wurde und zum Ausdruck bringen sollte, dass Erklärungen nicht allein auf Makrostrukturen beruhen dürfen (Esser 2002, 27). Erklärungen sozialer Phänomene können und müssen demnach aus einer Vielzahl von individuellen Handlungen abgeleitet werden (Opp 2004, 43). Dadurch ergeben sich „tiefe“ Erklärungen mit hohem Informationsgehalt.

Die Grundlagen des methodologischen Individualismus sind ursprünglich in der neoklassischen Ökonomie (Utilitarismus) und der Psychologie (Behaviorismus, Lerntheorie) zu finden (Treibel 2006, 131). Der modellierte Menschentyp ist der voll informierte, mit vollkommener Voraussicht ausgestattete Homo oeconomicus, dessen Handeln rational und Kosten-Nutzen-maximierend ist. In dieser objektivierten und dadurch stark reduktionistischen Version erscheint der Ansatz für die Landschaftsarchäologie jedoch ungeeignet. Entsprechend häufig wurde der methodologische Individualismus – explizit oder implizit – in der Archäologie kritisiert (z. B. Clark 2000; Hinz 2008; Johnson 2000).

Wesentlich interessanter und für unsere Fragestellungen gewinnbringender erscheinen neuere Programme des strukturell-individualistischen Ansatzes, welche sich von den ursprünglichen utilitaristischen und behavioristischen Versionen distanzieren (Treibel 2006, 134 ff.) und in der Folge vorgestellt und angewandt werden sollen.

15.2 Die verstehende Erklärung

Dabei soll zunächst von der Handlung selbst ausgegangen werden. Egal ob vom Gesichtspunkt der Soziologie, Archäologie oder der handlungsorientierten Geografie betrachtet, folgt eine Handlung einem prinzipiellen Ablauf: Zunächst ist die handelnde Person im Kontext einer Situation eingebunden. Der Akteur ist Zentrum seiner Umwelt, hält eine soziale Position (Geschlecht, Status, Alter) inne, ist kulturell geprägt und hat ein gewisses technologisches Know-how. Entsprechend sind ihm Rahmenbedingungen in Form von Möglichkeiten (Ressourcen) und Beschränkungen (Restriktionen) gesetzt. Der Handelnde nimmt seine Situation wahr und bewertet diese im Rahmen seiner Ansichten, Wertvorstellungen und Überzeugungen, und entwickelt dabei Präferenzen für das Ziel seiner Handlung. Hat er mehrere Alternativen zur Verfügung, trifft er eine Wahl auf Basis einer Entscheidungsregel. Die abgelaufene Handlung resultiert sodann in einer Wirkung, welche je nach Wissen und Überblick des Akteurs beabsichtigt oder unbeabsichtigt sein kann. Diese Wirkungen können sich in Form von Artefakten, Ökofakten oder Strukturen in der Landschaft manifestieren und werden dadurch zu empirisch messbaren Konsequenzen der Handlung. Sie können wahrgenommen und bewertet werden und sind somit Teil der Rahmenbedingungen für zukünftiges Handeln (vgl.

Hodder, Hutson 2008, 103; Esser 1999, 4 f.; Borsdorf 2002, 48).

Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass die physisch manifesten Spuren menschlicher Handlung als Überreste ehemaliger Bedeutungszuweisungen angesehen werden können. Egal ob zweckrational, wertrational, affektiv oder traditional (Weber 1972, 12), jede Handlung hat also einen subjektiven Sinn, welcher vom Archäologen verstanden werden will, eine Entscheidungsregel, welche theoretisch formuliert werden kann, sowie Auswirkungen, welche sich aus dem Handlungsablauf heraus erklären lassen (Esser 1999, 5). Eine soziologische Analyse kann daher verstehend-erklärend ablaufen. Dies hatte bereits Max Weber, einer der Klassiker der Soziologie, als grundlegendes Verfahren der Soziologie gefordert (Weber 1972).

In der Archäologie geht man von der materiellen Hinterlassenschaft aus und versucht auf deren Basis vergangene Gesellschaften zu rekonstruieren. Dabei lassen sich die manifesten Handlungsauswirkungen durch Prospektion oder im Zuge von Grabungen erkennen und beschreibend dokumentieren (etwa durch Typologie, Klassifikation, Materialanalysen etc.). Basierend auf diesen Beschreibungen sowie der raumzeitlichen Attribute der Hinterlassenschaft werden Erzählungen abgeleitet, die je nach Paradigma anders strukturiert sind: In den erklärenden (etischen) archäologischen Ansätzen (vgl. Kapitel 12) werden die kartierten Artefakte und Strukturen bzw. Fundstellen in räumliche Beziehung zueinander und/oder zu umweltbezogenen Variablen gebracht und ein kausaler Zusammenhang konstruiert. Dabei wird aber die Tatsache ignoriert, dass Artefakte und Strukturen nur Manifestationen der dahinter stehenden individuellen Subjekte sind. Hinter der materiellen Hinterlassenschaft steht daher immer eine Intention, eine kausale Beziehung zwischen Situation und Handlungsentscheidung eines Individuums, welche nur aus dem emischen Blickwinkel des Insiders verstanden werden kann. Daher sollte das verstehende Erklären auch in der Archäologie konsequent angewandt werden.

Daraus ergibt sich für die Archäologie jedoch ein Dilemma: Anders als in der Soziologie, wo Individuen zu ihren Intentionen befragt werden können, ist dies in der Archäologie nicht möglich. Vor allem in Zeiten oder Gebieten ohne erhaltene schriftliche Aufzeichnungen scheint das Verstehen und emische Beobachten unmöglich. Es gibt jedoch interessante Ansätze, welche dem Archäologen die Möglichkeit bieten, das Verstehen bis zu einem gewissen Grad zu systematisieren. Diese sollen in der Folge zur Diskussion gestellt werden.

15.3 Struktur und Individuum: Die sozialwissenschaftliche Erklärung

Auch wenn das Verstehen einer Handlung als bedeutsam für die Interpretation materieller Hinterlassenschaft angesehen wird, so kann es dabei nicht darum gehen, die mit jedem einzelnen Objekt einhergehende Intention und Bedeutung zu rekonstruieren. Vielmehr geht es darum, den Strukturen auf der Makroebene (Siedlungsmuster, Wegenetze etc.) durch individuelles Handeln und die Bandbreite an möglichen Motiven innerhalb des entsprechenden raumzeitlichen Kontextes zu erklären (vgl. Barrett 2000, 67).

Genau das bietet das Erklärungsmodell an, welches innerhalb des strukturell-individualistischen Ansatzes entwickelt wurde. Es geht von einem Phänomen der Makroebene aus, welches aufgrund einer Vielzahl individueller Handlungen zustande kommt und aus dieser Mikroebene heraus erklärt werden kann: Es handelt sich daher um eine sogenannte Makro-Mikro-Makro-Erklärung. Die dabei relevanten Beziehungen zwischen Mikro- und Makroebene wurden von McClelland skizziert (McClelland 1967) (Abb. 182).

Das Modell geht zum Erklären des in der Makroebene liegenden Explanandum (Abb. 182/4) von der sozialen Situation (Abb. 182/1) und der Vermutung eines Zusammenhanges (Abb. 182 – strichlierte Linie) aus. Aus der sozialen Situation heraus ergeben sich für die Handelnden der Mikroebene (Abb. 182/2) Präferenzen, welche beim Vorhandensein von Wahlmöglichkeiten zur Auswahl einer tatsächlichen Handlungsalternative (Abb. 182/3) führen. Diese von vielen Individuen ausgeführten Aktionen ergeben zusammengenommen letztendlich das Explanandum (Abb. 182/4), welches dadurch aus individuellen Handlungen der Mikroebene erklärt wurde.

Da dieses Erklärungsmodell Makro- und Mikroebene miteinander verbindet, handelt es sich um eine „tiefe Erklärung" (Opp 2004, 64); das Makro-Mikro-Makro-Modell hat eine „verstehende Vertiefung" (Esser 1999, 417). Archäologisch gesehen hat es das Potenzial, Prozessualismus und Postprozessualismus zu überbrücken, indem es einerseits sowohl Individuum als auch kollektive Phänomene berücksichtigt, und andererseits etische und emische Ansätze verknüpft. Dazu müssen jedoch noch einige Annahmen zur Verknüpfung der einzelnen Eckpunkte getroffen werden. Im Grunde sind dazu drei Fragestellungen zu untersuchen (Petzold 2007, 84): (1) Die Beschreibung der sozialen Situation und die Formulierung von Annahmen zum Präferenzverhalten sowie zur Wahrnehmung, Beurteilung und Nutzung vorhandener Ressourcen (Abb. 182/a); (2) das Festlegen einer Regel für die Auswahl einer Handlungsalternative (Abb. 182/b); (3) die Bestimmung einer Regel,

welche die individuellen Handlungen der Mikroebene auf die Makroebene transformiert (Abb. 182/c).

15.4 Die Bedeutung des Kontextes: Soziale Situation und Präferenzverhalten

Die „soziale Situation" eines Handelnden ergibt sich aus den zur Verfügung stehenden Ressourcen und den beschränkenden Restriktionen. Dies können Elemente der Natur (z. B. Klima und Wetter, die umgebende Flusslandschaft), persönliche Merkmale (Körperbau, Wissen, Erfahrung, Wahrnehmung), gesellschaftliche Einflüsse (Technologie, Gesetze, Normen, Wertvorstellungen) oder die zur Verfügung stehende Zeit sein. Im Handeln sind somit der physische Realraum und der Anschauungsraum vereint, indem den Akteuren durch die physische Struktur, den soziokulturellen Überbau sowie deren persönliche Fähigkeiten ein Rahmen gesetzt ist (vgl. Werlen 2010, 260 f.). In der beliebig langen Liste können einzelne Einträge sowohl als Ressource als auch als Restriktion verstanden werden. So kann ein Fluss den Transport von Gütern ermöglichen und erleichtern (Schifffahrt), zugleich aber auch erschweren (Landweg, der den Fluss kreuzt); ein von Lasttieren gezogener Karren kann die Menge der transportierbaren Güter vergrößern, in hügeligem oder alpinem Gelände jedoch hinderlich sein.

Bedeutsam ist, dass die handelnde Person entsprechend dem RREEMM-Modell (vgl. Kap. 7.2.1) die Ressourcen und Restriktionen wahrnimmt, sie bewertet und zu nutzen weiß. Dies bedeutet auch, dass man zum Beispiel zwischen der tatsächlichen Umwelt des Realraums und der wahrgenommenen, in den Anschauungsraum transformierten Umwelt unterscheiden muss. Auch wenn die Umwelt eine wichtige Ressource darstellt, so orientiert sich ein Akteur letztendlich am ihrem wahrgenommenen Teilbereich und entscheidet somit, ob ein bestimmter Umweltfaktor in seiner Handlung eine entscheidende Rolle spielt oder nicht (vgl. Borsdorf 2002, 48).

Welche Aspekte einer Situation tatsächlich bedeutsam sind bzw. waren, und inwieweit die Situation des Handelnden seine Interessen und Motive bestimmt, lässt sich im archäologischen Kontext nicht mehr direkt beantworten. Es bedarf daher einer Hypothese, anhand der ausgehend von der sozialen Situation des Handelnden auf seine Präferenzen geschlossen werden kann. Man spricht von so genannten „Brückenannahmen", weil sie Makroebene (Situation des Handelnden) und Mikroebene (individuelle Präferenzen) „überbrücken" (Petzold 2009, 21).

Volker Kunz nennt vier unterschiedliche Möglichkeiten der Konstruktion von Brückenannahmen (Kunz 2004, 107 ff.). (1) Das Austesten unterschiedlicher Annahmen im Zuge von Simulationen („analytische Konstruktion"), (2) die Annahme „offensichtlicher", dem gesunden Menschenverstand (*common sense*) entsprechender Präferenzen (dass man zum Beispiel zum Transport von Gütern für gewöhnlich einen Weg wählt, der einen möglichst rasch und mühelos ans Ziel führt), (3) die Theorie der sozialen Produktionsfunktionen (siehe weiter unten) und (4) die direkte empirische Konstruktion durch Befragung und schriftliche Dokumente.

Die unter Punkt 3 genannte Theorie der sozialen Produktionsfunktionen geht auf Siegwart Lindenberg zurück (Lindenberg 1996), der von zwei Grundbedürfnissen, nämlich Wohlbefinden und sozialer Wertschätzung ausgeht (vgl. Rössler 1999, 76 f.), welche die letztendlich bestimmenden Ziele menschlichen Handelns seien. Diese fundamentalen Bedürfnisse lassen sich indirekt, über eine hierarchisch geordnete Kette von „instrumentellen Zielen" erreichen: So trägt der Besitz bestimmter Güter (Luxusobjekte, wichtige Ressourcen) zu Status und dieser zur sozialen Wertschätzung bei. Wohlbefinden wird zum Beispiel unter anderem über Behaglichkeit definiert, für welche die Grundversorgung durch Lebensmittel, Sicherheit oder Komfort erreicht werden kann (vgl. (Petzold 2009, Abb. 1; Kunz 2004, 112 ff.; Esser 2002, 125 ff.).

Welche Brückenannahme letztendlich für eine bestimmte Fragestellung gewählt wird, hängt nicht zuletzt vom kulturellen Kontext der sozialen Situation ab, da soziale Wertschätzung aber auch Wohlbefinden in unterschiedlichen Gesellschaften unterschiedlich geprägt sein können (vgl. Cowgill 2000, 56).

15.5 Wert-Erwartungstheorie als Entscheidungsregel

Soziale Situation und Brückenannahmen für das präferierte Verhalten bilden die Rahmenbedingungen einer Handlung und haben die sozialwissenschaftliche Erklärung auf die Mikroebene zum individuellen Akteur (Abb. 182/2) gebracht. Die Frage, welche sich nun stellt, bezieht sich auf die Auswahl der eigentlichen Handlungsmöglichkeit: Gibt es eine Regel, nach der bestimmt werden kann, für welche Handlungsalternative sich ein Akteur unter gegebenen Rahmenbedingungen entscheidet?

Um diese Frage zu beantworten, bedarf es einer Handlungstheorie. Dazu gibt es eine große Bandbreite von Ansätzen. Ausgangspunkt für die in dieser Arbeit präferierte Theorie ist das RREEMM-Modell des Menschen, welcher rational handelt (zur Diskussion um den Begriff „rational" siehe Kapitel 7.2.1). Er hat Vorstellungen von dem, was er erreichen will und kann die Konsequenzen seines Tuns bis zu einem gewissen Grad abschätzen. Er kann die Kosten (in Form von Zeit, Arbeit, finanziellem Aufwand etc.) der Handlungsalternativen in Relation zueinander rangieren

und den Nutzen des Ergebnisses subjektiv bewerten. Prinzipiell kann man davon ausgehen, dass Kosten die Wahl einer Alternative negativ beeinflussen, während ihre Wahrscheinlichkeit mit größerem Nutzen steigt. Folgerichtig liegt dieser Arbeit die Annahme zugrunde, dass die Entscheidung für eine Handlungsalternative einer Abwägung von Kosten und Nutzen folgt. Vereinfacht ausgedrückt schreibt der Soziologe Karl-Dieter Opp:

„Menschen tun das, was aus ihrer Sicht in der gegebenen Situation am besten für sie ist" (Opp 2004, 45)

Prinzipiell ist dieser Ansatz unter dem Überbegriff „Theorie der rationalen Entscheidung" (Rational-Choice-Theory) bekannt. Darunter werden zahlreiche Varianten subsumiert, welche von ökonomischer Maximierung des Nutzens bis zum minimalen Bedauern reicht (Diekmann, Voss 2004a, 16).

Die Varianten der Theorie der rationalen Entscheidung werden prinzipiell in enge und weite Versionen gruppiert (Opp 2004, 46, Tab. 1). Bei der engen Variante werden der uneingeschränkte Eigennutzen, das ausschließliche Interesse an materiellem Nutzen, die vollständige Informiertheit sowie die kurzsichtige (d. h. nicht nachhaltige) Planung als Zusatzannahmen getroffen. Wahrnehmung und Bewertung von Ressourcen und Restriktionen spielen keine Rolle. Die enge Variante erscheint aus diesen Annahmen heraus unrealistisch, ihre Wahrscheinlichkeit steigt jedoch mit den Handlungskosten (Diekmann, Voss 2004a, 20). Zudem sind ihre Parameter leicht zu messen und zu modellieren, und können durch empirische Beobachtung falsifiziert werden. Dennoch ist sie für eine Landschaftsarchäologie, in welcher nach der hier vorgestellten Begriffsbestimmung die Bedeutungszuweisung eine wichtige Rolle spielt, nicht angebracht.

Die weiten Versionen gehen von einer „subjektiven Rationalität" (Opp 2004, 51) aus, wie sie beim RREEMM-Modell vorgestellt wurde. Der Mensch wird als soziales Wesen gesehen: Wahrnehmung und Bewertung sind wichtige Faktoren der Entscheidungsfindung, wobei Gewissen, Moral, Normen, Altruismus oder Kreativität eine Rolle spielen (Treibel 2006, 139). Zudem sind das Wissen des Menschen (Petzold 2007, 81) sowie seine Fähigkeit zur Informationsverarbeitung begrenzt (vgl. Kapitel 10.4.5.1). Ein Akteur wäre schlichtweg überfordert, wenn er in all seinen täglichen Handlungen sämtliche Konsequenzen berücksichtigen müsste (Esser 2002, 232). Die Rationalität des Menschen ist daher begrenzt. Diese Variante ist weitaus realistischer, viele der Faktoren sind jedoch schwer bis gar nicht zu messen oder zu modellieren, was sie bisweilen nicht falsifizierbar macht.

In der Archäologie wird die Theorie rationaler Entscheidung vor allem mit der engen Variante konnotiert (siehe z. B. zahlreiche Artikel in Dobres, Robb 2000a). Um einem Missverständnis vorzubeugen, wird daher in dieser Arbeit von der „Wert-Erwartungstheorie" (subjective expected utilities – SEU) die Rede sein. Sie ist eine Variante der weiten Gruppe von Rational-Choice, und der in der Soziologie favorisierte Ansatz (Preisendörfer 2004, 272; Kunz 2004, 43), der auch den Ausführungen dieser Arbeit zugrunde liegt.

Die Wert-Erwartungstheorie nimmt zwar einen Menschen als Ausgangspunkt, der die Kosten und den Nutzen maximiert. Dennoch geht sie davon aus, dass der Akteur eine Vorstellung von dem hat, was er erreichen will. Damit kommt zum Ausdruck, dass er die Folgen seines Handelns abschätzen kann und die erwarteten Handlungskonsequenzen evaluiert, auch wenn dies im Alltag meist nur grob geschieht (vgl. Esser 1999, 224). Es wird dabei jene Handlungsalternative gewählt, deren „erwartete Konsequenzen am *höchsten* bewertet" werden (Esser 1999, 132). Die Bewertung erfolgt also einerseits in Hinblick auf den Nutzen des erwarteten Resultats und auf die Wahrscheinlichkeit seines Eintretens. Wissenschaftlich lässt sich dies durch Bayessche Statistik berechnen („Produktsummenmodell"), wobei der höchste Nettonutzen die Wahl festlegt (Preisendörfer 2004, 272).

Abgesehen von zahlreichen kritischen Anmerkungen zu den engen Varianten der Theorie der rationalen Wahl (z. B. Hinz 2008) wird auch häufig gegen den zugrunde liegenden rationalen Menschen argumentiert: So gäbe es zum Beispiel zahlreiche Situationen, in denen „instrumentell irrelevante Entscheidungsfaktoren" die Wahl beeinflussen (Kunz 2004, 142 f.), etwa wenn vergangene positive oder negative Erlebnisse Handlungen auch dann beeinflussen, wenn kein direkter Zusammenhang besteht. Zudem gibt es unterschiedliche Handlungstypen (laut Weber 1972, 12 sind dies: zweckrational, wertrational, affektuell und traditional), welche nicht alle rational sind. Dennoch, so argumentiert Hartmut Esser, sei bereits die Auswahl des Handlungstyps als rationale Entscheidung zu verstehen (Esser 2002, 238).

15.6 Die Wert-Erwartungstheorie in der landschaftsarchäologischen Anwendung

Die Wert-Erwartungstheorie kommt der in diesem Buch vorgenommenen Begriffsbestimmung von Landschaft als Dualität von Realraum und Anschauungsraum entgegen. Im Rahmen der soziologischen Erklärung integriert sie physische und kulturelle Struktur, verstehende Annahmen zum Präferenzverhalten und eine Entscheidungsregel, die von einer reellen Vorstellung eines Menschen ausgeht. Kulturelle Umstände (z. B. die Bewertung der Umwelt) sowie das Wissen des Akteurs spielen eine bedeutende Rolle. Vor allem das unvollständige Wissen führt zu nicht beabsichtig-

ten Konsequenzen – eine Landschaft ist häufig geprägt davon (Erosion, Hangrutschungen, Entwaldung, veränderte Flussläufe). Viele der vergangenen und gegenwärtigen Umweltprobleme lassen sich als nicht intendierte Folgen des Handelns erklären. P. Preisendörfer argumentiert darüber hinaus, dass Umweltprobleme aus der „logischen Struktur eines Gefangenendilemmas" heraus erklärt werden können (Preisendörfer 2004, 275). Ein typisches Beispiel ist die übermäßige Ausbeutung von Ressourcen. Insofern scheint die Anwendung im Rahmen von landschaftsarchäologischen Fragestellungen möglich und sinnvoll.

Das rationale Handeln läuft nicht isoliert von der jeweiligen historischen, kulturellen und physischen Situation ab. Akteure haben immer ein „kulturelles Gepäck" und können auf einen Erfahrungsschatz zurückgreifen, der in bestimmten „typischen Situationen" modellhafte Handlungsschemen auslöst (Esser 2001, XII). Sie haben einen Bezugsrahmen, der ihre situationsbedingte Orientierung erleichtert: Akteure „wissen …, was sie in einer bestimmten Situation zu tun und zu lassen haben" (Treibel 2006, 147).

Dieses Konzept des Framing erscheint auch in der Archäologie anwendbar. Durch konsequentes Handeln innerhalb einer speziellen Rahmenvorstellung „konstruiert" der Mensch seine Wirklichkeit. Dies ist bei der Frage nach dem Umweltverhalten prähistorischer Gesellschaften anwendbar, etwa wenn in einem exemplarischen Beispiel die Abwanderung der Wikinger aus Grönland erklärt wird (vgl. Berglund 2010, 68): Nicht der Klimawandel determinierte das Ende der Besiedlung, sondern die Beibehaltung des tradierten Lebensstils unter ökologisch ungünstigen Bedingungen. Der tradierte „Rahmen" der Wikinger wiegte die hohen „Kosten" der Abwanderung durch den Nutzen des beibehaltenen Lebensstils auf. In ähnlicher Weise bestimmt das Framing das Umweltverhalten des Menschen, wie es in der „Cultural Theory" (Thompson et al. 1990) systematisiert wurde: Menschen haben je nach Lebensweise eine bestimmte Einstellung zur Natur, welche eine wesentliche Grundlage für ihr Handeln ist (vgl. Winiwarter, Knoll 2007, 122 ff.).

Ein Problem ergibt sich jedoch aus der Modellierung von Wahrnehmung und Bewertung. In der Archäologie hat sich jüngst Knut Petzold mit der Rational-Choice-Theorie auseinandergesetzt (Petzold 2007). Er verwendet die enge Variante, um den Grund für die Errichtung megalithischer Monumente in Westeuropa zu erklären. Die weiten Versionen, zu denen die Wert-Erwartungstheorie zu zählen ist, lehnt er für archäologische Fragestellungen ab (Petzold 2007, 88 f.). Bewertungen und Wahrnehmung seien „grundsätzlich nicht messbar"; darauf basierende Argumentationen seien als Ad-hoc-Erklärungen zu werten.

Es gibt jedoch in der Archäologie durchaus Möglichkeiten, Wahrnehmung zu modellieren. Die im vorigen Kapitel beschriebenen Verfahren zur Berechnung von Sichtbarkeitskarten, topografischer Prominenz, Grad an Offenheit eines Geländes sowie die Integration dieser Modellierungen in Cost-Surfaces werden bereits seit Längerem durchaus erfolgreich angewandt. Was genau wahrgenommen wird, können Archäologen durch diese Mittel zwar nicht beurteilen; es kann aber – etwa bei der totalen Sichtbarkeit – ein Wahrnehmungspotenzial berechnet werden und aufgrund der Verteilung bestimmter Strukturen (z. B. Grabhügel) in den berechneten Sichtbarkeitskarten auf eine Bedeutung geschlossen werden. Auch ist es in zahlreichen Regionen und Zeitabschnitten möglich, auf schriftliche Aufzeichnungen zurückzugreifen, die dem Archäologen ebenfalls Aufschluss über Motive und Bewertungen geben können. Dies räumt Petzold auf die ausführliche Kritik durch M. Hinz (Hinz 2008) reagierend auch ein:

So sollte vielleicht für eine speziell archäologische Theorie der rationalen Wahl auch die Unterscheidung zwischen HARTEN und WEICHEN Versionen aufgehoben werden (Petzold 2009, 31). Dies soll in den folgenden Kapiteln anhand von zwei Beispielen untersucht werden.

16. Die Wert-Erwartungstheorie in der Altwegeforschung

Wege und Straßen sind wichtige strukturierende Elemente einer Landschaft (Perner 2005, 234) und zeigen vielfach Kontinuität. Sie ermöglichen Bewegung, Transport und Kommunikation und sind als solches raumwirksam (Denecke 2005c, 168 f.; Exon et al. 2000, 85). Orte können nicht ohne Wege existieren (Ingold 2007, 2), die Relevanz eines Straßennetzes für die Prosperität und Bedeutung einer Siedlung wurde bereits weiter oben diskutiert (vgl. S. 290).

Neben den ausgetretenen Pfaden und durch die Erosion begünstigten Hohlwegen gibt es bereits seit der Urgeschichte mit Holz befestigte (Bohlen-)Wege. Nicht weiter befestigte „Naturtrassen", aus welchen sich durch lineare Erosion rasch Hohlwege formten (Hassler, Hassler 1993, 68 f.), sind noch zu Beginn des 18. Jahrhunderts die häufigsten Verbindungen. Ein befestigter Straßenbau, wie er zunächst von den Römern konstruiert worden war, kam erst ab der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts wieder auf (Denecke 2005a, 194). Zusätzlich sollte man nicht auf die Bedeutung von Wasserwegen vergessen, die bis zur Mitte des 19. Jahrhunderts die bevorzugte Art für Transport und Reise waren (Denecke 2005c, 182).

Eine Landschaft wird zu jeder Zeit von zahlreichen Wegen und Pfaden durchzogen gewesen sein, welche innerhalb der eigenen Siedlung zu Bächen, Feldern, Bestattungsplätzen oder sonstigen Werkplätzen führten oder regional benachbarte Ansiedlungen verbanden oder zu Ressourcen leiteten und bisweilen überregional als Transportrouten genutzt wurden. Entlang dieser Bewegungslinien nimmt der Mensch seine Landschaft wahr. An den Wegen liegen oft jene charakteristischen Landschaftsmerkmale (Landmarken), wie zum Beispiel Felsformationen, Hügel, bestimmte Bäume, Gebäude etc., welche aufgrund ihrer Erscheinung oder aufgrund von persönlichen Ereignissen für ein Individuum und/oder die Gemeinschaft Bedeutung besitzen. Dadurch wird die in einer Landschaft vorhandene, praktisch unendlich große Informationsfülle auf das persönlich Wesentliche reduziert. Diese subjektive, je nach sozialer Umwelt unterschiedliche Auswahl wird Teil der kognitiven Karten (*mental maps*) anhand derer sich die Menschen in einem Gemeinschaftsraum orientieren.

16.1 Altwegeforschung

Es gibt viele Möglichkeiten, um von einem Ort zu einem bestimmten Ziel zu gelangen. Die Erforschung der Routen, welche durch die Zeit tatsächlich genommen wurden, stellt eine interdisziplinäre Aufgabe dar. Thomas Kühtreiber fasste für die archäologische Forschung drei verschiedene Zugänge zur Untersuchung von prähistorischen, antiken und historischen Altwegen zusammen (Kühtreiber 2003a).

(1) Als erste Möglichkeit nennt er die Rekonstruktion überregionaler Verkehrsverbindungen aufgrund von Kulturkontakten. Häufig sind „hypothetische Entwürfe" oder die ungefähre Angabe möglicher Routenverläufe Resultat dieser Forschungen (Denecke 2005a, 191), wobei immer wieder auf die Bedeutung der Flüsse bei Reise und Transport hingewiesen wird (Eckoldt 1998; Gleirscher 2006). Auch Funde und Depots an inneralpinen Pässen und natürlichen Übergängen zeugen von deren Nutzung ab dem Mesolithikum (Gietl 2004). Dabei darf nicht vernachlässigt werden, dass Einzelfunde noch keine regelmäßige Handelsroute anzeigen (Kühtreiber 2003a, 239). Versuchte Rekonstruktionen (spät-) bronzezeitlicher Handelswege wurden auch mit Hilfe von metallurgischen Analysen von Depots vorgenommen (z. B. Trampuž Orel und Heath 2001, 143 – 171).

(2) Die Rekonstruktion von Wegenetzen mithilfe räumlicher Modelle, etwa den „zentralen Orten" (vgl. Kapitel 12.1.2.2), welche als Bestandteile eines Transport- und Verkehrsnetzwerkes gesehen werden (Kühtreiber 2003a, 222). Seit einigen Jahren gibt es auch Versuche, Wegverläufe anhand von GIS-basierten Least-Cost-Path Analysen zu rekonstruieren – mit wechselndem Erfolg.

(3) Die dritte Möglichkeit ist die direkte Beobachtung ehemaliger Wegereste durch Prospektion, Vermessung oder archäologische Ausgrabungen. In Österreich konnten in den letzten Jahren einige Arbeiten überzeugende Vorlagen für die Obersteiermark (Klemm 1999, 2003), die Umgebung und verkehrsmäßige Erschließung von Hallstatt (Windholz-Konrad 2003; Kramer 2006) oder das Dachsteinplateau (exemplarisch: Mandl 1996) erbringen.

Archäologisch gesehen bereitet die Wegeforschung einige Probleme. Viele Wege und Straßen, die heute noch in Benutzung stehen, haben eine mitunter lange Nutzungsgeschichte, welche aber schwer nachzuweisen ist und auch nicht automatisch angenommen werden darf. In manchen Fällen, wie der römischen Verbindung zwischen der Carnuntiner Canabae legionis und der Ansiedlung in Bruck an der Leitha kann man die Spuren der ehemaligen Straße im Bewuchs erkennen. Das gerade verlaufende Straßenstück kann von Carnuntum ausgehend über eine Distanz von mehreren Kilometern verfolgt werden, bis es in die heute noch benutzte Landesstraße übergeht (vgl. Abb. 22). Dadurch kann man die moderne Verbindung zwischen Carnuntum und Bruck an der Leitha zumindest bis auf einen römischen Vorläufer zurückdatieren, auch wenn eine kontinuierliche Nutzung dadurch nicht erwiesen ist.

Die zahlreichen unbefestigten Wege wurden nach Schätzung von D. Denecke zu 80 bis 90 % durch die moderne Landwirtschaft oder Überbauung zerstört (Denecke 2005c, 190). Durch Feldbegehungen – die noch immer häufigste Methode archäologischer Prospektion in Mitteleuropa – lassen sich diese ehemaligen Trassen nicht aufspüren. Denecke verweist darauf, dass für eine größere Region eine flächendeckende Begehung „kaum möglich und auch wenig sinnvoll" sei (Denecke 2005a, 202). Wenn sich die Spuren ehemaliger Wege im Luftbild als Schatten-, Boden- oder Bewuchsmerkmal zeigen, können sie jedoch häufig über längere Distanzen verfolgt werden.

Gerade im Wald konnten sich durch den auf die Erosion stabilisierenden Effekt der Vegetation zahlreiche Wege und Straßen im Geländerelief erhalten. Dort können sie vor allem durch moderne Methoden, wie zum Beispiel das flugzeuggetragene Laser-Scanning erkannt und präzise dokumentiert werden (Doneus, Briese 2006b sowie Kapitel 10.5). Auf diese Weise lassen sich mitunter ganze Wegenetze anhand ihrer Relikte rekonstruieren.

16.2 Wert-Erwartungstheorie und Wegeforschung

Nachdem zuvor die Wert-Erwartungstheorie des strukturell-individualistischen Ansatzes als möglicher Ansatz für die landschaftsarchäologische Analyse vorgestellt wurde, soll hier nun die Frage geklärt werden, inwiefern sich dieses Konzept im Rahmen der Wegeforschung anwenden lässt. Lassen sich Wegenetze als Makrophänomene der Gesellschaft durch individuelles Handeln verstehend erklären?

Wege sind zunächst tatsächlich Phänomene im Maßstab der Makroebene, welche auf individuelle Handlungen – die Fortbewegung – zurückzuführen sind. Die Frage, ob ein Wegenetz in prähistorischer Zeit durch geplantes Anlegen zustande kam, muss offen gelassen werden. In vielen Fällen kann man jedoch davon ausgehen, dass die Entstehung eines Wegenetzes ein Phänomen ist, welches ohne gezielte Organisation auskommt (Helbing et al. 1997, 2527). In jedem Fall kann man annehmen, dass der Verlauf der Wegtrassen rationalen Prinzipien entspricht: Selbst wenn man vom beschränkt rationalen RREEMM-Modell des Menschen ausgeht, so entsteht ein Wegenetz bzw. in unserem Fall Hohlwege nicht als einmaliges Ereignis, sondern durch langfristige, wiederholte Benutzung zur Fortbewegung. Dadurch kommt für die Erklärung seines Verlaufs nicht das stark begrenzte Wissen einer einzelnen Person zum Tragen, sondern der kumulative Effekt einer großen Anzahl von Fortbewegungshandlungen. Dabei spielt auch die Routine eine wichtige Rolle, da sie hilft, Kosten zu senken (Petzold 2009). Dirk Helbing et al. konnten empirisch feststellen, dass man sich an existierende Pfade hält, solange diese keinen allzu großen Umweg bedeuten:

„[Walkers] prefer to use existing trails, but they build a new shortcut, if the relative detour would be too large" (Helbing et al. 1997, 2531).

Dies führt letztendlich dazu, dass sich eine benutzte Route als Hohlweg (bzw. bei langfristiger Nutzung als Hohlwegfeld) manifestiert, in bestimmten Teilbereichen künstlich befestigt, mit einer stabilisierenden Oberfläche versehen und durch Brücken ergänzt wird. Möglicherweise wurden im Lauf der Zeit durch einzelne Individuen auch abweichende Routenführungen getestet, diese haben sich aber offensichtlich nicht durchgesetzt. Dadurch beinhaltet ein Wegverlauf kumulatives „Wissen", das über einen Zeitraum angesammelt wurde, und in diesem Sinn die über die begrenzte Rationalität des Einzelnen hinausgeht.

Diesem Argument zufolge kann beim Nachmodellieren des Wegenetzes so vorgegangen werden, als ob annähernd voll informierte Menschen beteiligt gewesen wären. Die Routenführung ist demnach in erster Linie von der sozialen Situation und den Präferenzen der einen Weg nutzenden Personen abhängig. Je nach Zweck der Fortbewegung kann ein Wegverlauf dabei höchst unterschiedlich ausfallen. Als häufigsten Zweck wird man wohl die Kommunikation und den Transport annehmen, wobei die Faktoren Zeit (rasches Vorwärtskommen), Anstrengung und Sicherheit eine wichtige Rolle spielen. Aber auch andere Intentionen

sind möglich: So haben Schmuggler eine Präferenz für nicht einsehbare Pfade, Touristen für szenisch ansprechende Wege. Krieger wollen Engstellen und mögliche Hinterhalte vermeiden. Diese Beispiele zeigen, dass der Sinn, welcher hinter einer Fortbewegung steht, Auswirkungen auf den Wegverlauf hat.

Die Intention für die Nutzung eines Weges kann sich im Lauf der Zeit ändern. Oft bleibt jedoch die Wegtrasse gleich, sie besitzt zugleich Kontinuität (indem sie immer noch benutzt wird) und Persistenz (der ursprüngliche Zweck ist nicht verloren gegangen). Ehemalige Entscheidungen der Wegführung wirken dabei nach und werden übernommen, weil in vielen Fällen der Aufwand zum Anlegen einer neuen Route zu groß oder aufgrund von anderen Faktoren (Besitzverhältnisse, Territorialität) nur schwer realisierbar wäre. Änderungen der Wegführung werden der Wert-Erwartungstheorie gemäß dann vollzogen, wenn die Nutzen die dafür aufzuwendenden Kosten übersteigen, was heutzutage zum Beispiel bei der Erschließung marginaler Regionen durch den Bau von Schnellstraßen und Autobahnen geschieht.

Die Restriktionen für die Fortbewegung sind vielfach empirisch messbar: Die wohl wichtigste Einschränkung für den Verlauf eines Weges ist die Topografie und hier vor allem die Hangneigung. Andere, ebenso messbare Faktoren sind zum Beispiel das Gewässernetz (Fluss als Transportweg, aber auch als Barriere), die Bodenbeschaffenheit (feuchter, nicht fester Boden in den Talauen), die Vegetation oder die Sonneneinstrahlung. Diese Variablen sind empirisch beobachtbar und messbar, müssen jedoch auf die Vergangenheit bezogen werden.

Problematischer erscheint der Faktor Wahrnehmung. Er war für K. Petzold das ausschlaggebende Kriterium zur Ablehnung der Wert-Erwartungstheorie und anderer weiten Varianten im Rahmen archäologischer Analysen (Petzold 2007, 88 f.). Wahrnehmung sei demzufolge nicht empirisch messbar. Wie bereits zuvor argumentiert, besteht jedoch die Möglichkeit einer weiten Variante von Rational-Choice: Der Architekt und Stadtplaner Kevin Lynch (Lynch 2001) nannte bezogen auf eine Stadt fünf wichtige Bereiche der Raumwahrnehmung: Wege, Grenzlinien, flächenhafte Gebiete, Brennpunkte (Orte, Kreuzungen, als Entscheidung für Bewegung) sowie Merk- und Wahrzeichen. Diese Bereiche fließen in die kognitiven Karten der Bewohner ein, und formen somit die Grundlage, anhand der sich ein Individuum in seinem Gemeinschaftsraum im wahrsten Sinne des Wortes physisch und mental orientiert.

Dabei spielt die Sichtbarkeit eine wesentliche Rolle. Sie ist ein mögliches und plausibles Kriterium für einen bestimmten Verlauf einer Trasse und kann gemessen werden. Es lassen sich z. B. einzelne, auf Monumente oder bestimmte Positionen bezogene oder in Bezug auf einen Sichtbarkeitswert quantifizierte totale Sichtbarkeitskarten berechnen. Ihre Interpretation kann jedoch in vielen Fällen nicht eindeutig angegeben werden: Sowohl Schutz, Prestige, Orientierung und ein Territorialverhalten erscheinen möglich. In jedem Fall ist der Faktor Sichtbarkeit falsifizierbar, wenn etwa durch paläobotanische Untersuchungen nachgewiesen wird, dass zum gegebenen Zeitpunkt ein Wald bestand und die Sichtbarkeit daher sehr eingeschränkt war. Jedenfalls sind die Auswirkungen von Restriktionen in einem bestimmten Gelände modellierbar. Dazu kann man die in vielen GIS-Paketen angebotenen Algorithmen zu Erstellung von Cost-Surfaces und der Berechnung von Least-Cost-Paths nutzen.

16.3 Cost-surfaces und Fortbewegung im Raum

Auf Cost-Surfaces wurde bereits im Rahmen der Wahrnehmung von Landschaft kurz eingegangen (vgl. Kapitel 14.2.3). Ihr Haupteinsatzgebiet ist neben der Abgrenzung von Einzugsgebieten (*site catchment analysis*), die Berechnung von Weg- oder Straßentrassen entlang der günstigsten Linie (*least cost path*). In den meisten Fällen geschieht dies mit der Absicht, die Möglichkeiten eines nicht genauer bekannten Verlaufes einer Verbindung zwischen bekannten Fundstellen einzugrenzen. Für mehr oder weniger komplexe Versuche solcher Berechnungen gibt es zahlreiche Beispiele (Bell et al. 2002; Conolly, Lake 2006, 251; Eastman 2006; Silva, Pizziolo 2001; Herzog 2008). Eine zweite Möglichkeit ist es, bereits teilweise bekannte Verbindungen zu rekonstruieren, um über die Gründe für deren genauen Verlauf Aufschluss zu gewinnen (Bell, Lock 2000; Mandry, Rakos 1996).

Durch Kombination mehrerer Cost-Surfaces kann man über entsprechende Algorithmen, die in gängigen GIS-Programmen bereitgestellt werden, eine sogenannte Cost-of-Passage-Map (in der relevanten Literatur häufiger als *friction surface* bezeichnet – *friction* = Reibung) herstellen. Diese Karten modellieren für jedes Rasterelement den Gesamtaufwand, welcher für seine Überquerung notwendig ist (Conolly, Lake 2006, 215). Somit lassen sich einerseits bei bekanntem Weg die „Kosten" für die Fortbewegung zwischen Ausgangspunkt und Ziel berechnen und vergleichen. Andererseits besteht auch die Möglichkeit, anhand spezieller Algorithmen, die „kostengünstigste" Variante zwischen zwei Punkten zu berechnen.

Die Rekonstruktion von vergangenen Verkehrsverbindungen mit Hilfe von Cost-Surfaces und Least-Cost-Path-Analysen stellt innerhalb der GIS Anwendungen in der Archäologie einen relativ neuen, gegensätzlich diskutierten

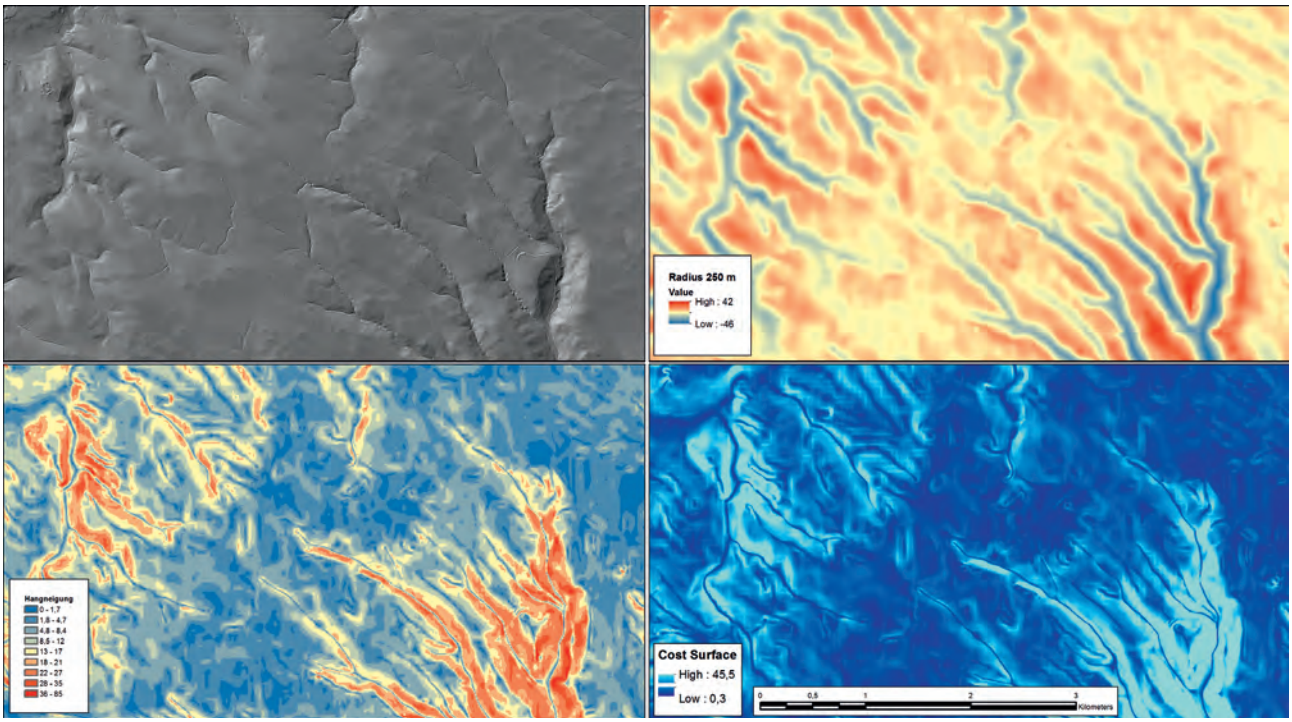


Abb. 183: Ausschnitt aus dem Leithagebirge. Links: schattiertes DGM (oben), Hangneigung (unten). Rechts: topographische Prominenz (oben), kombinierter Cost-Surface aus Hangneigung und topographischer Prominenz (unten). Auflösung 10 m, Datengrundlage: ALS-DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

und noch nicht vollständig erforschten Zweig dar. Die Qualität einer mit Least-Cost-Path-Algorithmen berechneten Wegvariante hängt vor allem von zwei Faktoren ab:

(1) Der Friction-Surface bzw. die vom Anwender gewählten Einflussfaktoren auf die Fortbewegung, aus denen der Friction-Surface berechnet wird.

(2) Der Algorithmus, welcher für die Berechnung eines Least-Cost-Paths verwendet wird.

Der *Friction-Surface* hat sicherlich die größte Auswirkung auf das Resultat. Seine Berechnung bedarf deshalb einer vorherigen gründlichen Überlegung. Bei der überwiegenden Mehrheit der bislang publizierten Fallbeispiele basierten die Friction-Surfaces praktisch nur auf der vom DGM abgeleiteten Hangneigung. Diese hat zwar unbestrittenerweise einen wichtigen Einfluss, ist für D. Wheatley und M. Gillings jedoch eine sträfliche Simplifizierung der komplexen Wirklichkeit (Wheatley, Gillings 2002, 154 f.). Die erzielten Ergebnisse würden dadurch stark relativiert. Durch Einbeziehung anderer Kriterien fließt unser Wissen über alle Faktoren ein, die den Menschen im Laufe der Zeit bei der Wahl seiner Wege beeinflusst haben (z. B. Gelände, Hangneigung, Bodenverhältnisse, Hydrologie, Sonneneinstrahlung – Abb. 183). Auch das Verhältnis dieser Elemente zueinander leitet sich von unseren Vorstellungen über die prähistorische und antike Wirklichkeit ab (Brückenannahme).

Der Einfluss der verwendeten *Algorithmen* ist nicht zu vernachlässigen. Manche Algorithmen erlauben es zum Beispiel, Barrieren (etwa einen Fluss) in den Friction-Surface einzubeziehen. In Bezug auf die Qualität der Berechnung und Handhabung wurden erst vor Kurzem drei Programmpakete (ArcGIS, IDRISI und GRASS) miteinander verglichen (Gietl et al. 2008). Dabei zeigten sich bei keinem entscheidende Vor- oder Nachteile.

Prinzipiell kann zwischen isotropischen und anisotropischen Algorithmen unterschieden werden (Conolly, Lake 2006, 215 ff.): Der isotropische Algorithmus berechnet die Kosten statisch, d. h. unabhängig davon, in welche Richtung man das Rasterelement quert. Deshalb ist er für die meisten Least-Cost-Path-Analysen unbrauchbar. Es macht nämlich im Sinne des Energieverbrauchs zum Beispiel einen gewaltigen Unterschied, ob man einen Hang bergauf oder bergab begeht. Dasselbe gilt zum Beispiel für die Fortbewegung auf einem Fluss. Isotropische Algorithmen wären nur bei Friction-Surfaces annehmbar, die sich allein aus Rauheit des Geländes und Oberflächenbeschaffenheit (z. B. Bewuchs) zusammensetzen.

Bei anisotropischen Algorithmen wird die Bewegungsrichtung mit einbezogen. Speziell bei der Bewegung in Bezug auf die Hangneigung müssen noch ein paar Faktoren berücksichtigt werden. Eine vom DGM abgeleitete Hang-

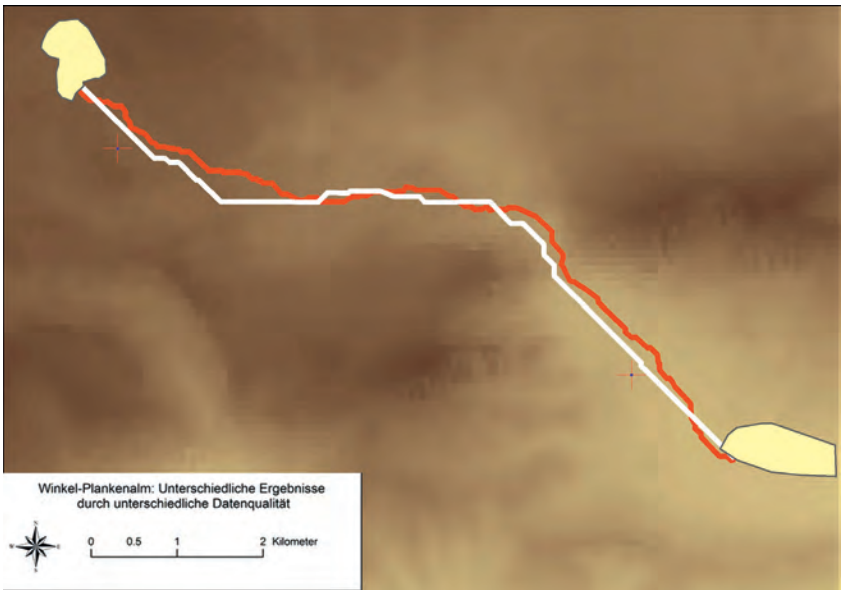


Abb. 184: Vergleich der Wegvarianten-Berechnung basierend auf dem SRTM (gelb) und einem hochauflösenden DGM (rot). Hintergrund: SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

neigungskarte zeigt für jedes Rasterelement den maximalen Wert der Hangneigung. Dieser ist jedoch nur dann relevant, wenn man sich auch tatsächlich in die Richtung des maximalen Gefälles bzw. Steigung, also quer zum Hang bewegt. Geht man jedoch parallel mit dem Hang (also entlang einer Höhenschichtlinie), so hat die Hangneigung praktisch keinen Effekt auf die Fortbewegungskosten. Man spricht hier von der „effektiven Hangneigung" (*effective slope*). Ein Programm darf daher nicht davon ausgehen, dass man sich innerhalb der Zelle auf der steilsten Linie bewegt und so von Zelle zu Zelle weiter geht (das wäre nur eine halb-anisotropische Berechnung), denn natürlich kann es günstiger sein, auch eine Zelle mit höherem maximalen Gefälle zu durchqueren, solange man sich möglichst parallel zum maximalen Gefälle bewegt (Conolly, Lake 2006, 217). Zudem ändert sich der Energieaufwand für das Begehen von Hängen nicht linear zwischen 0 (parallel zum Hang) und Maximalwert (quer zum Hang) (Conolly, Lake 2006, 219 f.).

Die gängigen Algorithmen sind dafür ausgelegt, einen auf die gesamte Weglänge summierten minimalen „Kostenaufwand" zu verursachen. Dies ist jedoch nicht immer zweckmäßig, da der Mensch auch Umwege in Kauf nimmt und Hindernisse umgeht, um Belastungsspitzen zu vermeiden – selbst wenn die Gesamtkosten dadurch höher werden sollten. Auf eine dahin gehende Problematik konnten T. Bell und G. Lock bei der Modellierung des „Ridgeways" in Südengland verweisen (Bell, Lock 2000, 91 f.).

Bei den Least-Cost-Path Analysen sollte es nicht darum gehen, den exakten Verlauf von Wegtrassen zu berechnen. Vielmehr hat sich anhand zahlreicher Analysen gezeigt, dass es möglich ist, gute Annäherungen für die potenziell benutzten Wegkorridore zu erhalten. Die Berechnung potenzieller Wegkorridore ist vor allem in archäologisch noch unbekannten Gebieten interessant, wo sie als Hilfsmittel im Vorfeld archäologischer Feldforschung fungieren, und den Archäologen vor Ort bei der Auswahl der zu begehenden Gebiete unterstützen können.

Als Teil der Archäoprognose unterliegen die Cost-Surface-Analysen dessen spezifischen Schwierigkeiten: Genauigkeit der Daten und subjektive Auswahl der Variablen, sowie Schwächen in den zugrunde liegenden ethnografischen, historischen, und archäologischen Theorien erfordern einen kritischen Umgang mit den erzielten Ergebnissen.

Der Einfluss der Auflösung des Geländemodells auf das Ergebnis der Analysen lässt sich sehr deutlich erkennen. In einem konkreten Beispiel (Abb. 184) wurden Versuche anhand von SRTM-Geländedaten mit einer Auflösung von 90 m unternommen (gelbe Linie). Diese Daten wurden im Jahr 2000 im Rahmen der *Shuttle Radar Topography Mission* aufgezeichnet und stehen zum freien Gebrauch in zwei Versionen zur Verfügung - http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/ <22. Juni 2012>. Es zeigt sich ganz deutlich, wie der errechnete Weg sehr geradlinig verläuft und sich über viele Details des Reliefs einfach hinwegsetzt. Die Berechnung auf der Basis eines 10 m-Rasters mit Strukturinformation (rote Linie) zeigt eine wesentlich erhöhte Differenzierung. Trotzdem darf nicht vergessen werden, dass es sich bei all diesen Daten um Darstellungen der gegenwärtigen Situation handelt und die Landschaft im Laufe des 19. und 20. Jahrhunderts zum Teil stark verändert worden ist.

Daneben haben auch die verfügbaren GIS-Module Schwächen, die noch verbesserungswürdig sind. Ein typischer Fall, der besonders für den Einsatz im Hochgebirge starke Einschränkungen mit sich bringt, ist die Unfähigkeit der getesteten Least-Cost-Path Algorithmen, Wege in Kehren zu modellieren, obwohl dies in allen Gebirgen der Welt der häufigste Verlauf von Wegen ist. Das Problem wurde in der Forschung bereits erkannt (Conolly, Lake 2006, 221 ff.), auch Lösungen wurden bereits angeboten (Collischonn, Pilar 2000), bisher allerdings noch nicht in ein gängiges GIS implementiert.

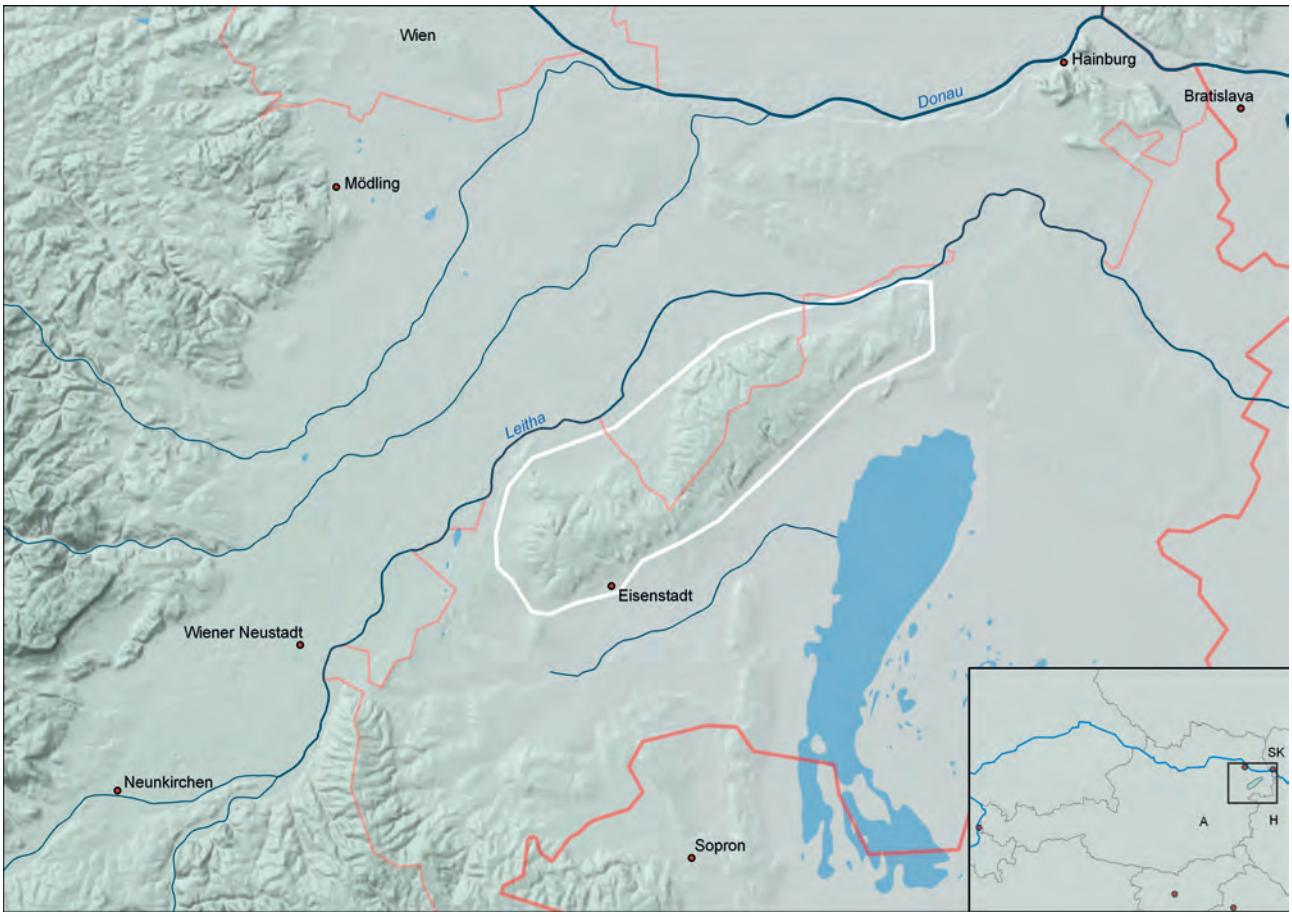


Abb. 185: Kartenausschnitt, der das Leithagebirge mit der Umgrenzung des eingezeichneten Projektgebietes zeigt. Im landwirtschaftlich genutzten Bereich nördlich und westlich des Projektgebietes konnten in einem Vorläuferprojekt vor allem durch die Luftbildarchäologie zahlreiche neue Fundplätze entdeckt werden (Grafik: Martin Fera; Hintergrund: schattiertes SRTM-Geländemodell).

16.4 Ein Wegenetz über das Leithagebirge als Fallbeispiel

Diese Überlegungen sollen nun anhand eines konkreten Beispiels getestet werden. Es handelt sich dabei um ein Wegenetz, welches im Zuge eines großflächig angewandten flugzeuggetragenen Laserscans entdeckt werden konnte. Ziel des im Jahr 2006 begonnenen Projektes „LiDAR-gestützte archäologische Prospektion in Waldgebieten" war es, den etwa 200 km² großen, bewaldeten Bereich des Leithagebirges unter einer archäologischen Fragestellung zu scannen und archäologisch auszuwerten (Abb. 185).

Nach einer erfolgreichen Pilotphase konnte im März und April 2007 das gesamte Leithagebirge beflogen werden. Das aus den Daten abgeleitete digitale Geländemodell hatte 0,5 m Rasterweite (zu den Spezifikationen des Scans und seiner Auswertung siehe: Doneus et al. 2008a). Die Interpretation der Geländemodelle und ihrer Visualisierungen erfolgte in einem geografischen Informationssystem (ArcGIS 9.2). Abb. 128 zeigt beispielhaft die gute Erkennbarkeit von Wegenetzen im Leithagebirge. Das dargestellte Wegebündel liegen ca. 1,5 km südöstlich der Kirche in Mannersdorf, NÖ.

Solche Anhäufungen paralleler Wege entstehen in aller Regel durch Erosion, welche durch die dynamische Wechselwirkung zwischen geologischem Substrat, Benutzungshäufigkeit und Klimaverhältnissen geprägt ist (Hassler, Hassler 1993, 67–82). Konnte man einen Weg nicht befahren, weil er verschlammt oder schon zu tief eingeschnitten war, fuhr man, wenn möglich, einfach parallel dazu. Dadurch bildete sich mit der Zeit die nächste Hohle. Die dauerhafte Waldnutzung im Leithagebirge trug dazu bei, dass diese Wegespuren erhalten geblieben sind, während Flurbereinigung und Ackerlandnutzung diese Relikte in anderen Teilen der Kulturlandschaft in den meisten Fällen zerstört hat.

Wollte man diesem Spurenbündel im bewaldeten Gelände folgen, so ist dies vor allem in den steileren Bereichen unproblematisch. Flachere Zonen lassen in der Regel keine starke Vertiefung der Hohlwege durch Erosion zu, wodurch deren Erkennbarkeit am Boden sich zum Teil schwierig ge-

staltet (Abb. 186). Diesen Umstand hat bereits O.G.S. Crawford in seinem Buch zur Feldarchäologie mit dem Ausspruch „Tracing roads through woods … is a maddening business" kommentiert (Crawford 1953, 62).

Hätte Crawford unsere heutige Technologie zur Verfügung gehabt, so wäre ihm dieses Zitat wohl erspart geblieben. Hohlwege, auch wenn sie noch so seicht erhalten sind, lassen sich in einem unter archäologischen Vorgaben hergestellten Laserscan hervorragend erkennen. Im Zuge der Interpretationsarbeiten konnte so nach und nach ein Wegenetz erkannt werden, welches das Leithagebirge quert und drei prähistorische Höhensiedlungen miteinander verbindet (Abb. 187).



Abb. 186: Blick entlang eines heute nicht mehr benutzten Hohlweges, der vor Ort kaum zu erkennen ist (© Michael Doneus).

Die drei Höhensiedlungen, Mannersdorf, Purbach und Donnerskirchen, können aufgrund von Lesefunden und Grabungen datiert werden. Abgesehen von vereinzelten spätneolithischen Funden in Mannersdorf und Donnerskirchen liegt der Beginn der zum Teil massiven Befestigungsanlagen in allen drei Fällen in der Spätbronzezeit mit einer Siedlungskontinuität in die frühe Eisenzeit (vgl. Kapitel 16.4.1). Die im heutigen Geländerelief erkennbaren Spuren des Wegenetzes dürften zum Großteil aus der Neuzeit stammen. Da Ausgangs- und Endpunkt der Wege jedoch bei den erwähnten Höhensiedlungen liegen, wäre es durchaus möglich, dass sich die Routen auf ältere, eventuell bis in die späte Bronzezeit bzw. frühe Eisenzeit zurückgehende Verbindungswege beziehen. Zumindest in Purbach führt der Weg durch die Eingangsbereiche der prähistorischen Anlage. In Mannersdorf fällt es aufgrund der massiven mittelalterlichen Überbauung schwer, den ursprünglichen Eingangsbereich zu eruieren, und in Donnerskirchen bedarf es zusätzlicher Untersuchungen, um mögliche Eingangsbereiche überhaupt zu erkennen. Interessant erscheint in diesem Zusammenhang, dass in Purbach und Mannersdorf die Routen der Wege so gewählt sind, dass sie an den in der Nähe gelegenen Grabhügeln vorbeiführen (vgl. Eibner-Persy 1980). Eine Klärung der potenziell alten Datierung dieses Wegenetzes wird sich jedoch nur durch weitere, von Ausgrabungen begleitete Forschungen durchführen lassen.

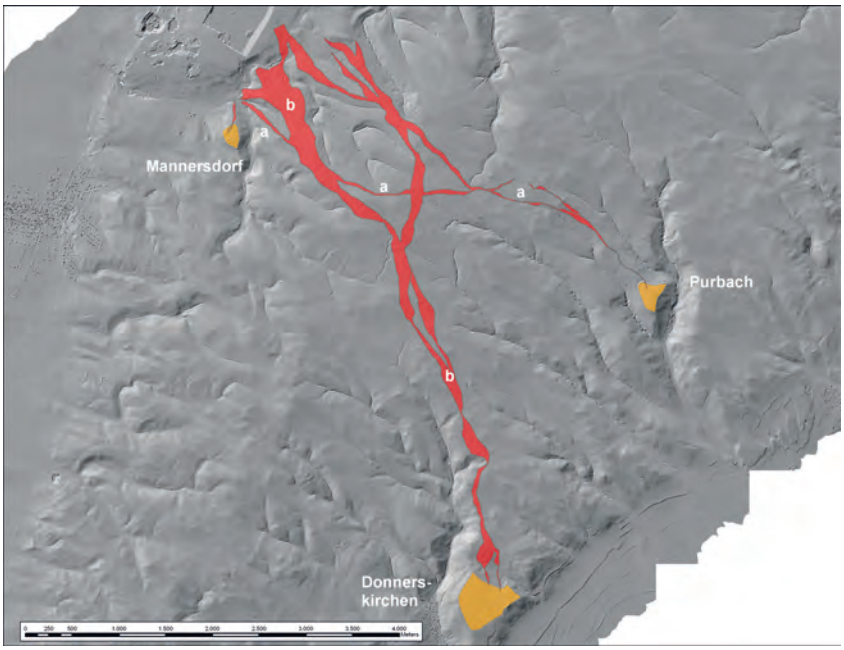


Abb. 187: Überblick über ein Netzwerk von Hohlwegbündel, welches sich zwischen den bekannten prähistorischen Höhensiedlungen von Mannersdorf, Purbach und Donnerskirchen erstreckt. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

Eine Radarmessung über den von Purbach kommenden Hohlweg zeigte, dass dieser heute fast zur Gänze

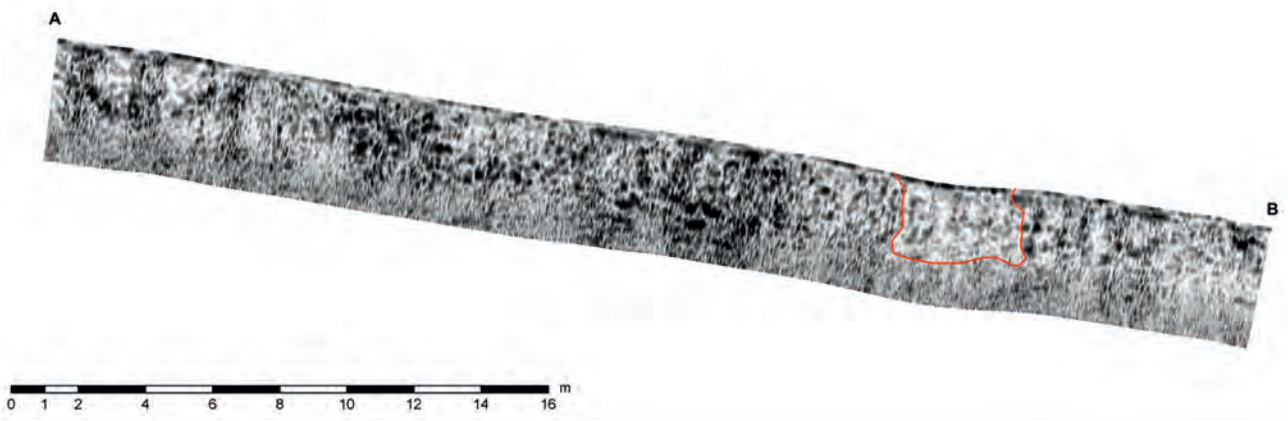


Abb. 188: Radargramm des Profils A-B (vgl. Abb. 194). Dargestellt ist die relative Reflexivität des Materials. Helle Bereiche weisen auf absorbierendes, dunkle auf stark reflektierendes (z. B. Fels) Material hin (© ArcheoProspections®).

zu-sedimentierte Abschnitt ursprünglich bis etwa 1,6 m tief eingeschnitten war (Abb. 188), was unter Umständen eine lange Nutzungsdauer andeuten könnte: Zur Ausbildung eines Hohlweges bedarf es eines negativen Verhältnisses zwischen Erosion und Deposition (Hassler, Hassler 1993, 69). Da die Erosion entlang des flach verlaufenden Weges (er verläuft in diesem Bereich parallel zum etwa 10° geneigten Hang) als gering angenommen werden kann und es zugleich zu einer Deposition von Sediment aus dem Hangbereich gekommen sein musste, ist diese starke Eintiefung nur wahrscheinlich durch langfristige Nutzung zu erklären.

Zumindest für den Weg von Purbach nach Mannersdorf (Abb. 187/a) kann man ein in Bezug zu den von Donnerskirchen nach Mannersdorf verlaufenden Hohlwegen relativ älteres Datum annehmen, da er von letzteren Wegen geschnitten wird (Abb. 187/b). Die massive Präsenz des stellenweise 600 m breiten Hohlwegfeldes kann nur durch eine intensive Nutzung in der Neuzeit erklärt werden. Eventuell könnte es sich hier um einen Transportweg für Rinder aus Ungarn handeln, welche als Fleischversorgung in die Residenzhauptstadt Wien verhandelt wurden. Dafür würde die 1592 erwähnte Zollstelle Mannersdorf sprechen, welche neben Bruck an der Leitha und Kirchschlag im Zusammenhang mit dem Rinderimport aus Ungarn genannt wird (Starzer 1900, 14). Im Folgenden sollen nun die drei Höhensiedlungen und das zwischen ihnen verlaufende Wegnetz etwas detaillierter besprochen werden.

16.4.1 Beschreibung des Wegverlaufes

Purbach, der Ausgangspunkt dieser Beschreibung, liegt am westlichen Rand des Leithagebirges. Die Höhensiedlung liegt am so genannten „Burgstallberg“, welcher vom Neusiedlersee kommend durch ein etwa einen Kilometer langes, V-förmiges Tal zu erreichen ist. Die Anlage ist also etwas versteckt nach hinten versetzt und vom flachen Siedlungsland zwischen Leithagebirge und dem Neusiedlersee nur innerhalb eines schmalen Bereiches aus sichtbar.

Die Anlage befindet sich auf einer Rückfallkuppe, welche im Norden, Südwesten und Südosten steil zu zwei Bächen hin abfällt, die sich im Bereich südlich der Anlage verbinden. Im Nordwesten geht das Gelände flach in einen NO–SW verlaufenden, ausgestreckten Hügelrücken über. Der zentrale Siedlungsbereich (Abb. 189/a) ist annähernd dreieckig mit Seitenlängen von je 300 m und von einem massiven Wall mit einem an der flachen NW-Seite vorgelagerten Graben umgeben. Im Norden befindet sich ein Eingangsbereich (Abb. 189/f). Grabungen aus dem ausgehenden 19. und beginnenden 20. Jahrhundert zeigten vor allem Spuren der Hallstattzeit, es kamen aber auch Funde der Spätbronzezeit, römischen Kaiserzeit, Völkerwanderungszeit und des Mittelalters zutage (Ohrenberger 1962, 203–205).

Etwa 140 Meter außerhalb dieses Bereiches schließt am flachen Hügelrücken ein großes Hügelgräberfeld an (Abb. 189/b). Es hat eine Ausdehnung von mindestens 300 x 100 Metern und besteht aus mindestens 100 Grabhügeln mit Durchmessern zwischen 5 und 15 Metern und erhaltenen Höhen von 0,2–2 m (vgl. Doneus et al. 2008a). Die Grabhügel wurden zum Teil „ergraben“ und datieren in die frühe Eisenzeit, wobei auch Bestattungen der späten Bronzezeit entdeckt werden konnten (Kromer, Pescheck 1957, 62).

Zudem sind der Anlage drei Wälle vorgelagert, deren Datierung jedoch ungewiss ist (Abb. 189/c, d, e). Zumindest der mittlere Abschnittswall ist offensichtlich jüngeren Datums, da er das Hügelgräberfeld schneidet. Der äußerste Wall, etwa 600 m vom Eingangsbereich der zentralen Siedlung entfernt, lässt zwei Eingangsbereiche erkennen.

Das Wegenetz nimmt seinen Ausgang direkt im zentralen Bereich der Anlage, wo ein seicht erhaltener Hohl-

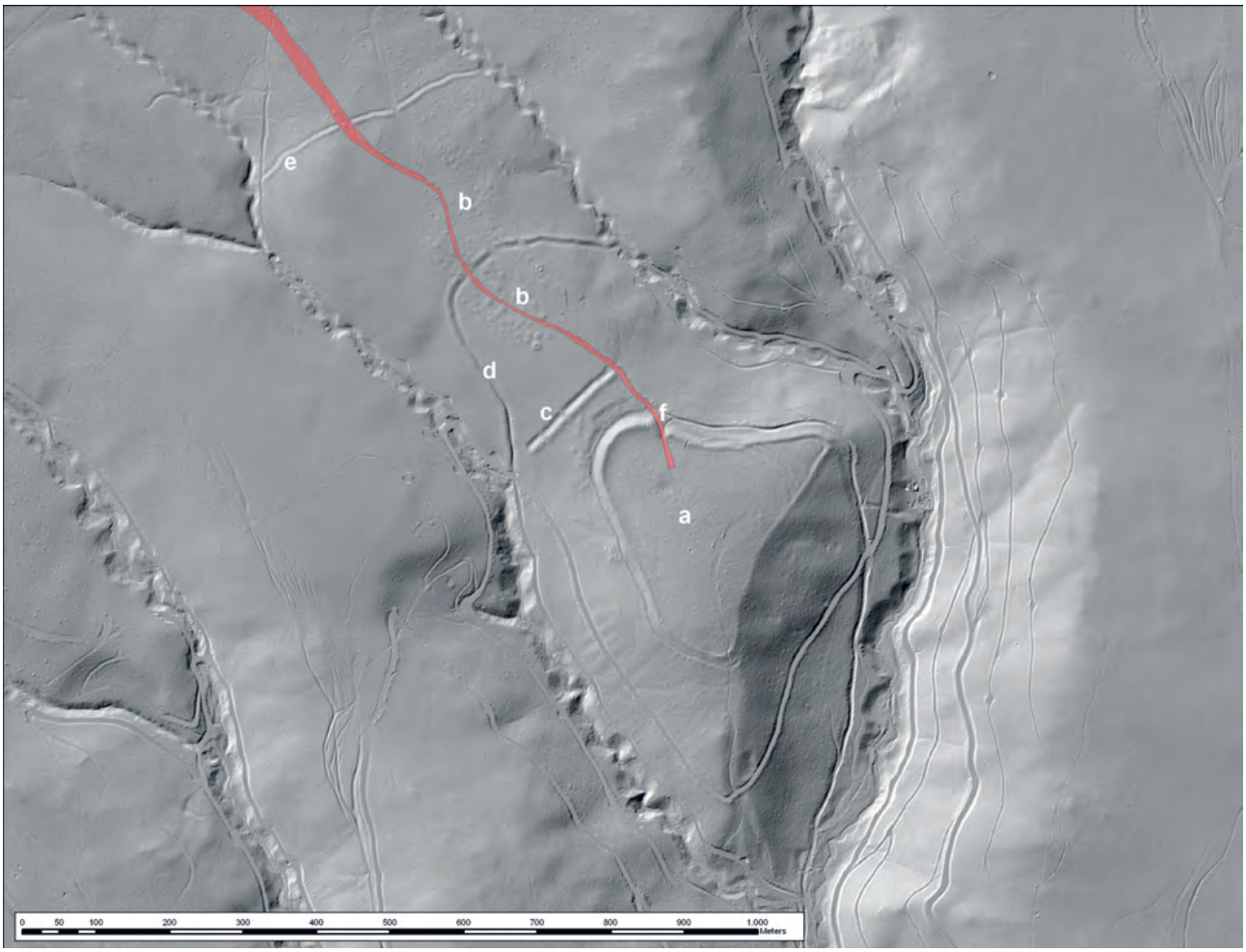


Abb. 189: Purbach – Burgstallberg. Schattierte Reliefdarstellung der Anlage mit dazugehörendem Gräberfeld. Die Buchstaben beziehen sich auf den Text. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

weg durch den Eingangsbereich die Anlage nach Nordwesten verlässt, am nördlichen Rand des ersten vorgelagerten Walles vorbeiführt und das Hügelgräberfeld quert (Abb. 190). Es konnten keine Überschneidungen zwischen den erkennbaren Grabhügeln und dem Weg erkannt werden. Der Weg verlässt den Burgstallberg durch einen der beiden Eingangsbereiche des äußeren Wall-Graben-Systems.

Nach einem etwa einen Kilometer langen, entlang des Hügelrückens verlaufenden leichten Anstieg, verzweigt sich das Hohlwegbündel im Bereich dreier hügelartiger Geländeformationen (Abb. 191 und Abb.



Abb. 190: Vom Weg aus sichtbarer, gut erhaltener Grabhügel aus dem Gräberfeld am Purbacher Burgstallberg (© Michael Doneus).

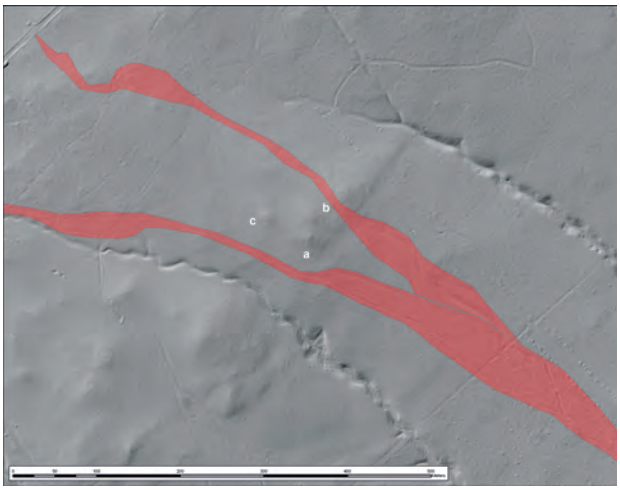


Abb. 191: Wegverlauf nordwestlich von Purbach. Die Hohlwegbündel verzweigen sich im Bereich dreier möglicher Grabhügel (a-c) (Grafik: Michael Doneus).



Abb. 193: PulseEkkoPRO während der Prospektionsarbeiten am Hügel von Purbach (Foto: Michael Doneus).



Abb. 192: Ein anlässlich einer Begehung vom März 2010 aufgenommenes Bild des in Abb. 191/c dargestellten Hügels. Er ist auch heute noch deutlich von Boden aus zu erkennen und könnte als Orientierungspunkt gedient haben (© Michael Doneus).

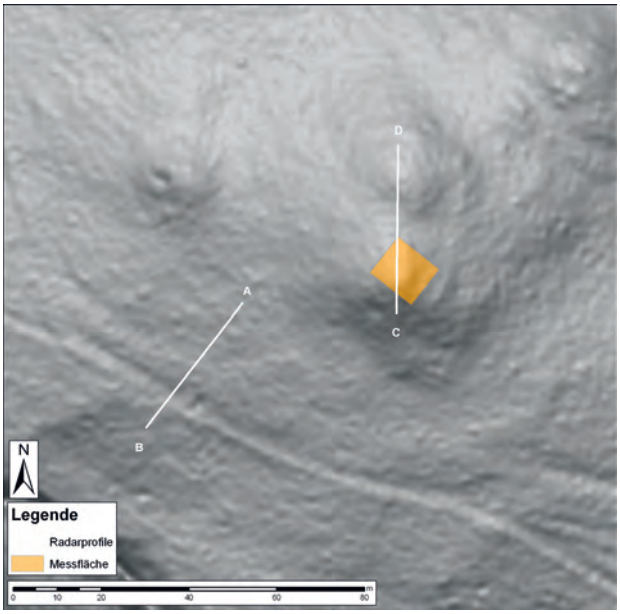


Abb. 194: Lageplan der beiden Radarprofile (A-B und C-D) sowie der untersuchten Messfläche (vgl. Abb. 188) (Grafik: Michael Doneus).

192). Diese liegen oberhalb einer deutlichen Geländekante und könnten als Orientierungspunkte gedient haben. Um zu untersuchen, ob es sich dabei um geologische Phänomene oder anthropogene Hügelaufschüttungen handelt, wurde im Mai 2010 einer der Hügel (Abb. 191/a) im Rahmen des LBI ArchPro geophysikalisch untersucht.

Es wurde dabei eine Fläche von 10,5 x 12 m ausgesteckt, welche durch 22 Profile mit einem Abstand von 0,5 m untersucht wurde. Zum Einsatz kam ein von Hand gezogenes „Sensors&Software PulseEkkoPRO» (Abb. 193) mit einer 500-MHz-Antenne und einer Aufzeichnungszeit von 80 ns (entspricht einer Eindringtiefe von etwa 4 Metern). Zusätzlich wurden zwei Profile aufgezeichnet (Abb. 194): Das erste (A-B) quert den südwestlich unterhalb der Hügel vorbeiführenden Hohlweg, während das Profil C-D den untersuchten Hügel quert.

Aus dem dreidimensionalen Datenblock der GPR-Messungen (Auflösung: 0,5 x 0,02 m) sowie dem Profil C-D kann die anthropogene Aufschüttung des Hügels als sehr wahrscheinlich angenommen werden. Die abgeleiteten Zeitscheiben, deren Abstand einer Distanz von 20 cm entspricht (Abb. 195) zeigen im zentralen Hügelbereich einen massiven, stark reflektierenden Bereich, welcher in etwa ein

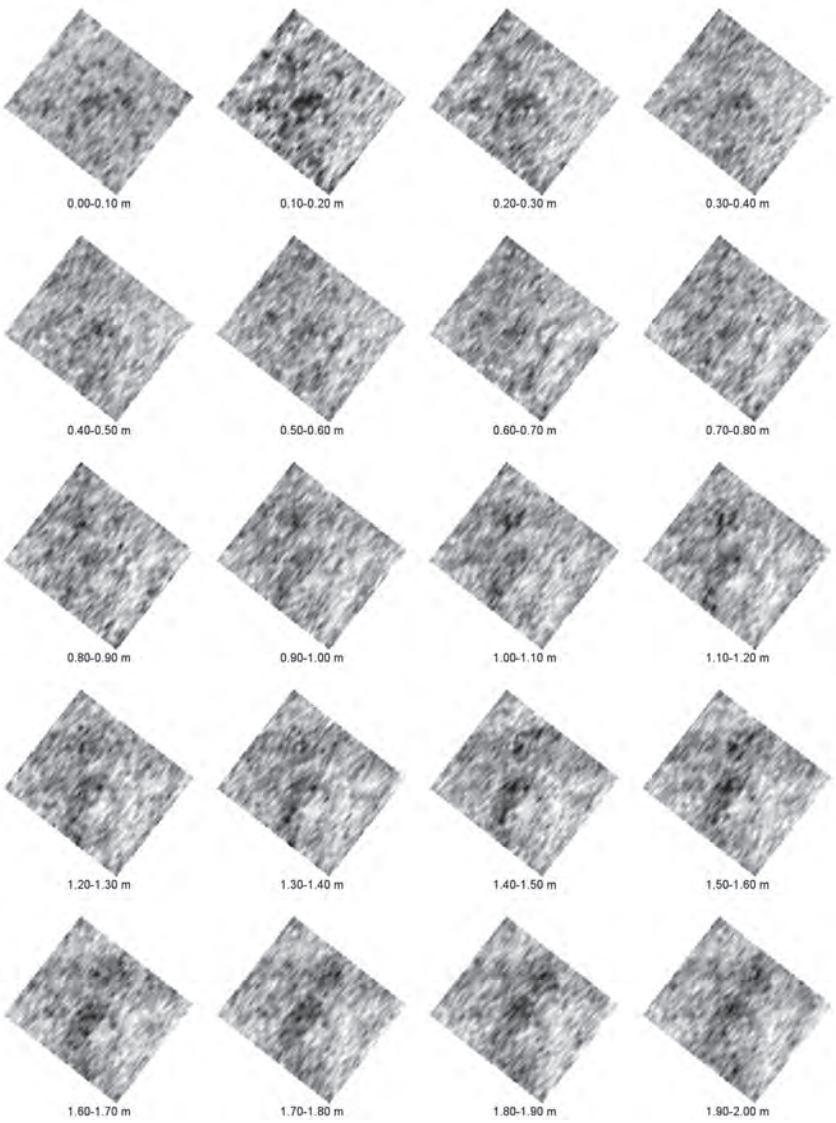


Abb. 195: Aus dem Datenblock der Radarmessung abgeleitete Zeitscheiben mit einem 20 cm entsprechenden Intervall (© ArcheoProspections®).

Rechteck mit der Seitenlänge von 2 x 3 m bildet. Nicht geklärt ist, ob dieser massive Steinkern eine natürliche geologische Formation darstellt, welche durch die Aufschüttung überhöht wurde, oder ob es sich dabei um eine Steinsetzung einer eventuellen Bestattung handelt. In Anbetracht der annähernd rechteckigen Form und der beiden weiteren Hügel, welche in ihrem Ausmaß anderen Grabhügeln im Leithagebirge sehr ähnlich sind, erscheint die Interpretation als Bestattungsplatz jedoch durchaus plausibel, und wird durch die geophysikalischen Untersuchungen gestützt.

Ein eventueller Bezug dieser Hügelgruppe zum Burgstallberg in Purbach kann erst nach eingehenderen Untersuchungen geklärt werden. In diesem Zusammenhang erscheint jedoch erwähnenswert, dass sich die drei Hügel am äußeren Rand der vom Burgstallberg aus gerechneten Sichtbarkeitskarte befinden (Abb. 196), was im Falle einer empirischen Bestätigung des Alters der Aufschüttungen eine Interpretation als territoriale Markierungen zulassen würde, zumal ein ähnlicher Zusammenhang andernorts statistisch belegt werden konnte (vgl. z.B. Exon et al. 2000, 26 ff.).

Eigene Vorstellungen finden in Zeichen und Symbolen Ausdruck. Sie finden sich heute etwa entlang von Wegen (Markierungen von Wanderrouten), Begrenzungen (Hotter), Landmarken (Gipfelkreuz), Orte von Ereignissen (Marterl) etc. und es ist anzunehmen, dass es auch in früheren Gesellschaften ähnliche Markierungen und Symbole gab. Die dahinterstehenden Botschaften sind jedoch nicht für jeden lesbar, können sich wandeln und missverstanden werden (vgl. Knox, Marston 2008, 398). Hauptproblem in der Archäologie ist es sicherlich, solche Symbole zunächst überhaupt zu erkennen. In unserem Fall könnte es sich tatsächlich um solche Symbole handeln: Unabhängig davon, ob es sich bei den Hügeln um zeitgleiche Bestattungsplätze handelt, oder nicht, sie sind vom Burgstallberg aus sichtbar und

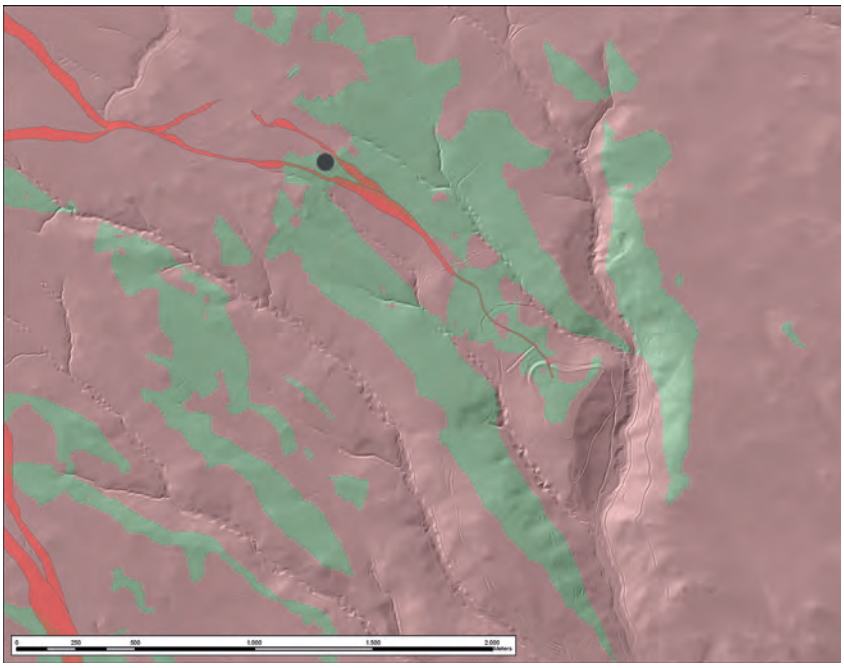


Abb. 196: Sichtbarkeitskarte auf Basis eines Geländemodells mit 10 m Rasterweite. Ausgangspunkt der Berechnung ist der Eingangsbereich der zentralen Anlage von Purbach. Von dort ist der Weg auf eine Distanz von etwa zwei Kilometern einsehbar (grüner Bereich). Die drei im Text erwähnten Hügel (als Punkt markiert) liegen am Rand des sichtbaren Bereiches. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

können daher als Orientierungsmarken gedient haben. Über den Zusammenhang solcher Markierungen und eventuell älteren Grenzziehungen wurde bereits weiter oben berichtet (vgl. Kapitel 7.3.2.3; Bönisch 2007).

Ein weiteres, in unserem Untersuchungsraum entlang der Leitha charakteristisches grenzanzeigendes Symbol sind die sogenannten „Hotter". Es handelt sich dabei um kleine Erdhügel, welche als Grenzmarkierung genutzt wurden. Das Wort Hotter stammt etymologisch wahrscheinlich vom ungarischen Wort *határ* ab, was Grenze, Gemeindeflur heißt (Földes 2005, 201). Diese Hotter sind entlang des Wegverlaufs, vor allem in jenen Bereichen, wo sich die Wege kreuzen, vermehrt zu finden (Abb. 197).

Etwa 800 m östlich der Höhensiedlung von Mannersdorf trifft der Weg auf das massive, 150 m breite Hohlwegfeld, welches von Donnerskirchen kommend in Richtung Mannersdorf verläuft. Die Wege verzweigen sich dabei in ein schmales Hohlwegbündel, welches den direkten, etwas steileren Weg zur Höhensiedlung in Mannersdorf nimmt (Abb. 187/a). Das mehrere hundert Meter breite, neuzeitliche Hohlwegfeld zieht etwas weiter östlich in Richtung der Ortschaft Mannersdorf, wobei ein Teilzweig zum Arbach mit der Klosteranlage „St. Anna in der Wüste" verläuft (Abb. 187/b). Es könnte sich hier um den ursprünglichen Wegverlauf handeln, der im Zuge der Anlage des Klosters 1644 durch die Klostermauer versperrt wurde, weshalb man eine Alternative – etwas weiter östlich direkt nach Mannersdorf wählte. Diese Vermutung wird durch die Erhaltung der Hohlwege in diesen beiden Bereichen gestützt. Bei vergleichbarer Hangneigung zeigen sich die in Richtung der Eremie verlaufenden Hohlwege (Abb. 198, links) weitaus stärker zusedimentiert, was dafür sprechen könnte, dass sie bereits früher aufgelassen wurden.

Die Höhensiedlung von Mannersdorf befindet sich auf dem „Schlossberg". Die Reste der prähistorischen Befestigungsanlage umgeben ein kleines Plateau, welches im Westen, Norden und Osten steil



Abb. 197: Hotter mit Grenzstein in der Nähe eines Kreuzungspunktes der Hohlwegtrassen (Foto: Michael Doneus).



Abb. 198: Vergleich der beiden Hohlwegbündel. Links: Hohlwegfeld, welches in Richtung der Ortschaft Mannersdorf führt. Rechts: Hohlwege Richtung der Eremie St. Anna. Bei vergleichbarer Hangneigung zeigen sich Letztere weitaus stärker zusedimentiert, was dafür sprechen könnte, dass sie bereits früher aufgelassen wurden (Fotos: Michael Doneus).

abfällt. Es ist von einem Ringwall umgeben (Abb. 199/a). An der flacheren Südseite befindet sich ein im Mittelalter überprägter Abschnittswall mit vorgelagertem Graben, durch den der heutige Weg führt. An der Westseite sind die Erdwerke aufgrund der Überbauung durch die mittelalterliche Burganlage nur schwer zu erkennen. Die bisherigen vor allem an der äußeren Umwallung getätigten Funde datieren in das Neolithikum, die Spätbronze- und Hallstattzeit (Melzer 1980, 77).

Für die Standortwahl der Befestigungsanlage dürften nicht nur Sicherheitsaspekte den Ausschlag gegeben haben – benachbarte Höhenrücken sind gleich hoch bzw. höher und weisen ein ähnlich günstiges Relief auf – auffälliger Weise ist der Schlossberg die einzige Kuppe, welche vom vorgelagerten flachen Siedlungsgebiet durch den Einschnitt des Arbachtals deutlich zu sehen ist.

Etwa 400 m südlich der Anlage befindet sich an der Ostseite eines angrenzenden Hügels ein Hügelgräberfeld (Abb. 199/b), welches aufgrund der ALS Befliegung entdeckt werden konnte. Es war zuvor unbekannt, was wohl daran liegen dürfte, dass die einzelnen Grabhügel sich kaum über das Gelände erheben und bei Begehungen vor Ort entsprechend schwer zu erkennen sind. Die Orientierung der Hügelgräber in Sichtrichtung zur Wallanlage, aber abgewandt von der Siedellandschaft in Leithanähe sind ein deutliches Indiz nicht nur für eine Zugehörigkeit des Begräbnisplat-

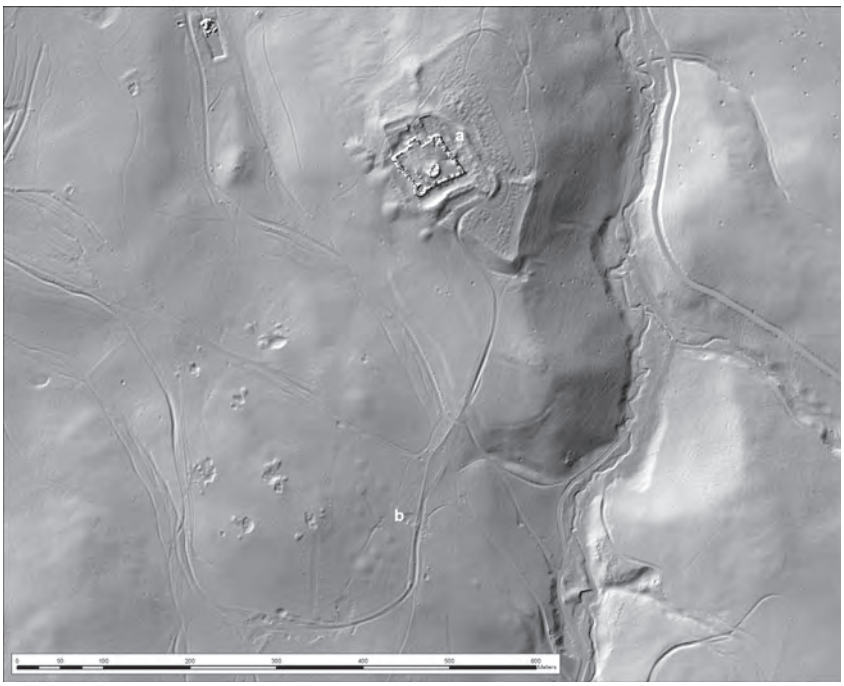


Abb. 199: Mannersdorf – Schlossberg. Schattierte Reliefdarstellung der spätbronze-hallstattzeitlichen Anlage (a), welche im Mittelalter durch die Burg Scharfeneck überbaut wurde. Etwas südlich konnte das wahrscheinlich zugehörige Gräberfeld (b) entdeckt werden. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus)

zes zur nahe gelegenen Siedlung, sondern auch für eine visuelle Landschaftsgestaltung mit der Wallanlage als Blickmittelpunkt.

Der Weg von Donnerskirchen verläuft geradliniger und ist, wie bereits eingangs erwähnt, in der Neuzeit offensichtlich verstärkt genutzt worden (ev. Transport von Rindern). Die Höhensiedlung Donnerskirchen-Ehrenfeld liegt auf einem großen, etwa 24 ha großen Plateau am östlichen Rand des Leithagebirges. Sie ist durch Geländekanten begrenzt. An der flacheren nordwestlichen Seite dürfte das Gelände künstlich übersteilt worden sein. Ein tiefer Graben, in welchem Teile der heutigen Ortschaft liegen, trennt die Anlage von den zugehörigen Grabhügeln am südlichen Mahdberg (Rebay 2005). Frühe Grabungen (Pils 1935–1938) und zahlreiche Begehungen (z. B. Nowak 1974) erbrachten vor allem Siedlungsbefunde und Keramik der Hallstattzeit sowie einige Artefakte der Spätbronzezeit.

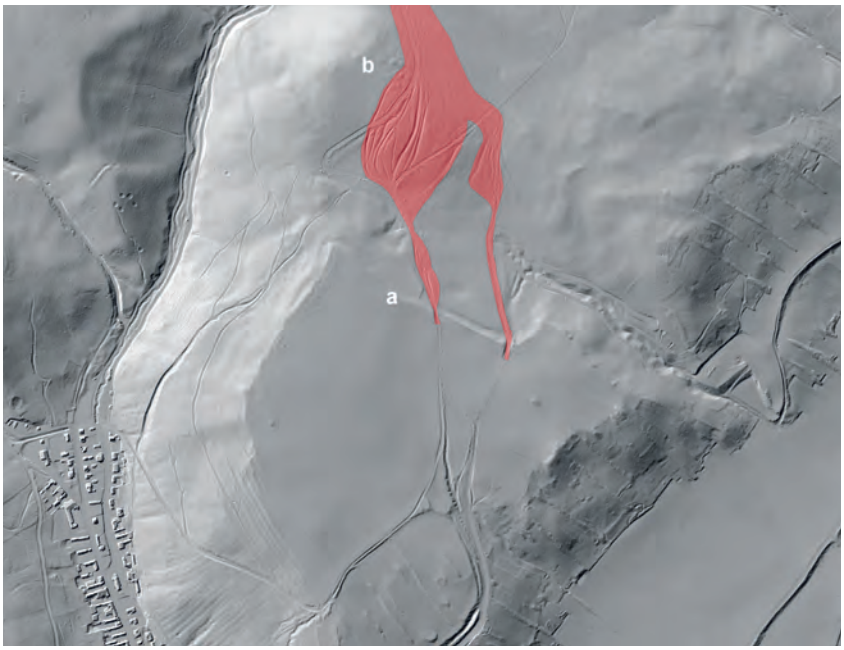


Abb. 200: Donnerskirchen – Ehrenfeld. Schattierte Reliefdarstellung der spätbronze-hallstattzeitlichen Anlage (a), und einem eventuell zugehörigen Gräberfeld (b). Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus)

Die Anlage besitzt lediglich im Nordosten einen Abschnittswall mit Graben (Griebl 2012 [Im Druck]), Eingangsbereiche sind jedoch nicht erkennbar (Abb. 200/a). Etwa 400 m von der Siedlung entfernt, führen die Hohlwege, ähnlich wie in Purbach an einem kleinen Hügelgräberfeld vorbei (Rebay 2005, 167). Es handelt sich um 13 Hügelgräber (Abb. 200/b), welche im LiDAR-basierten Geländemodell gut zu erkennen sind. Ihre Datierung ist unklar, die Nähe zur Höhensiedlung könnte jedoch einen Zusammenhang vermuten lassen.

16.4.2 Fragestellung

Wie bereits weiter oben erwähnt, ist der Raum nicht homogen, und je nach Zweck und Präferenzen wird eine gewählte Route zwischen zwei Orten unterschiedlich verlaufen. Letztendlich interessieren in der Wegeforschung zwei Fragen: (1) welche Wegführungen wurden vom prähistorischen Menschen gewählt? Und (2) können wir die relevanten Faktoren für die Wegführung ausfindig machen? Das soeben beschriebene Wegenetz eröffnet uns hierbei die Möglichkeit, seinen Verlauf zu untersuchen und jene Faktoren herauszufiltern, die sich für die Wahl der Wegführung verantwortlich zeichnen. Dadurch erscheint es möglich, Erklären und Verstehen bzw. etische und emische Beobachtung zu kombinieren.

Entsprechend der sozialwissenschaftlichen Erklärung ist das vorhandene und beschriebene Wegenetz das Explanandum. Es ist das Resultat einer langfristigen, häufigen Nutzung und somit als kollektives soziales Phänomen zu werten. Als Möglichkeiten und Restriktionen der sozialen Situation lassen sich die Technologie der Fortbewegung (Lasttiere, Karren), Wahrnehmung (Sichtbarkeit), Tabuzonen, bedeutsame Orte (Orte der Erinnerung), die Topografie, vorhandene Bäche, die Bodenbeschaffenheit und die Vegetation anführen.

Die Brückenannahme kann zunächst als Kombination aus sozialer Produktionsfunktion und Common Sense (vgl. Kapitel 15.1.3) erfolgen. Für die Anlage und Nutzung eines Weges muss man gewisse Prinzipien annehmen: Für Transportwege kann man wohl davon ausgehen, dass sie versuchen, eine Strecke zwischen Ausgangs- und Zielpunkt so zu überwinden, dass der Benutzer sein Ziel in absehbarer Zeit erreicht, einen möglichst geringen Energieaufwand zu bewältigen hat und keinen vermeidbaren Gefahren ausgesetzt ist. Dabei argumentiert man mit dem primären Ziel des Wohlbefindens, welches in diesem Fall durch möglichst geringe Anstrengung und Sicherheit erreicht wird.

Für die Entscheidungsregel, welche Wegtrasse zu nehmen sei, gehen wir von der Wert-Erwartungstheorie aus. Dabei können wir im Rahmen eines explorativen Vorgehens einzelne, die Trassenwahl beeinflussende Faktoren heranziehen, in einem GIS mittels Least-Cost-Path-Ana-

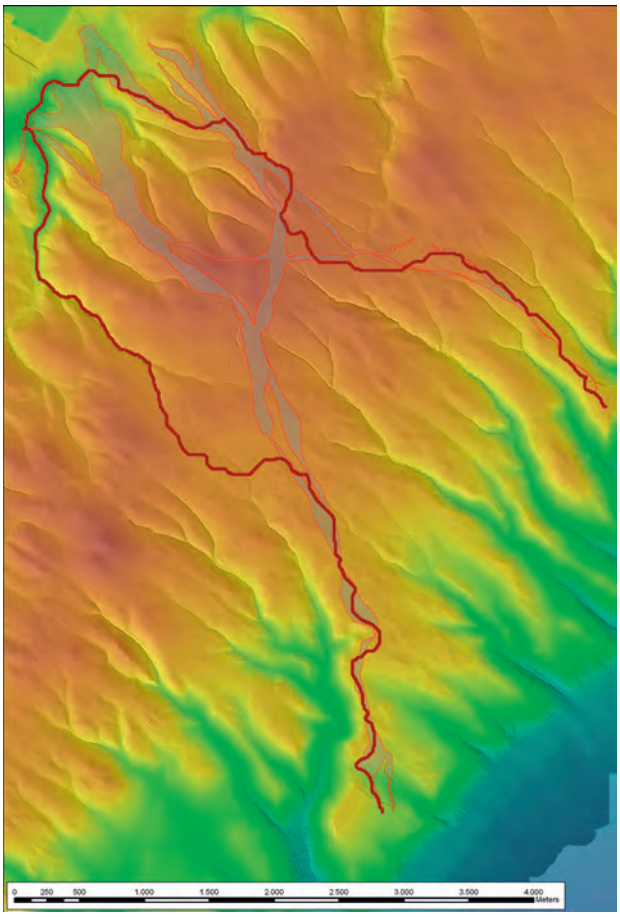


Abb. 201: Least-Cost-Path (rote Linie) zwischen Mannersdorf und Purbach bzw. Mannersdorf und Donnerskirchen basierend auf dem Faktor „Hangneigung". Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

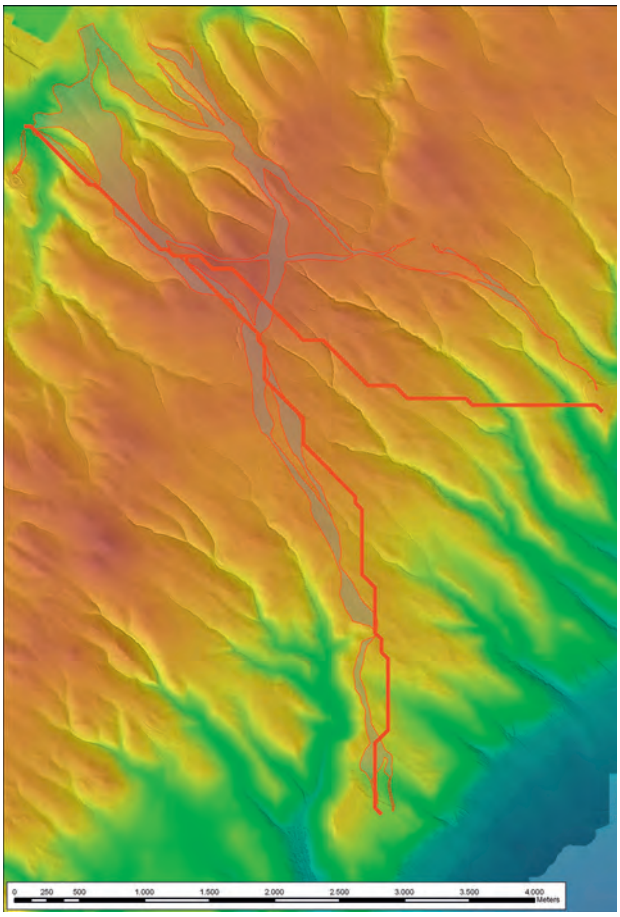


Abb. 202: Least-Cost-Path (rote Linie) zwischen Mannersdorf und Purbach bzw. Mannersdorf und Donnerskirchen basierend auf dem Faktor „Sichtbarkeit". Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

lyse einen auf diesen Faktoren basierenden Wegverlauf berechnen und mit dem tatsächlichen Wegenetz vergleichen.

Die Aggregation erfolgt dabei durch die Berechnung eines Cost-Surfaces auf Basis einzelner oder einer Kombination von beeinflussenden Faktoren. Im Falle einer Übereinstimmung des berechneten und des tatsächlichen Wegverlaufs kann man die Trasse anhand der verwendeten Faktoren erklären, die Brückenhypothese verifizieren und somit das Explanandum „verstehend erklären".

16.4.3 Least-Cost-Path-Analyse und Diskussion der Ergebnisse

Für die Berechnungen der Cost-Surfaces sowie die Durchführung der Least-Cost-Path-Analyse wurde ArcGIS 9.3 verwendet. Die Ausgangsdaten wurden von einem Geländemodell mit 10 m Rasterweite abgeleitet. Dadurch erschien eine hinlänglich genaue Berechnung gewährleistet. Die Berechnung erfolgte mit dem in ArcGIS implementierten anisotropischen Algorithmus. Die im Folgenden dargestellten Beispiele basieren auf der Einschränkung, dass der Geländeanstieg entlang der berechneten Wege 10 % nicht übersteigen darf, damit die sich daraus ergebenden Trassen prinzipiell auch mit Karren befahrbar gewesen wären.

In der einschlägigen Literatur wird die Hangneigung als wichtigster beeinflussender Faktor angesehen. Viele Berechnungen von Wegtrassen basieren allein auf dieser Variablen. Im Fall unseres Wegenetzes erbrachte die auf dem Faktor Hangneigung basierende Berechnung teilweise große Abweichungen vom tatsächlich beobachteten Wegenetz (Abb. 201). Der Weg von Mannersdorf nach Purbach zeigt bereits weitgehende Übereinstimmung, weicht aber in manchen Gebieten (z. B. in der Nähe von Mannersdorf) vom tatsächlichen Verlauf ab. Größere Abweichungen ergeben sich vor allem beim Least-Cost-Path, welcher von Mannersdorf in Richtung Donnerskirchen führt: Dieser weicht vor allem in der ersten Hälfte um bis zu einem Kilometer

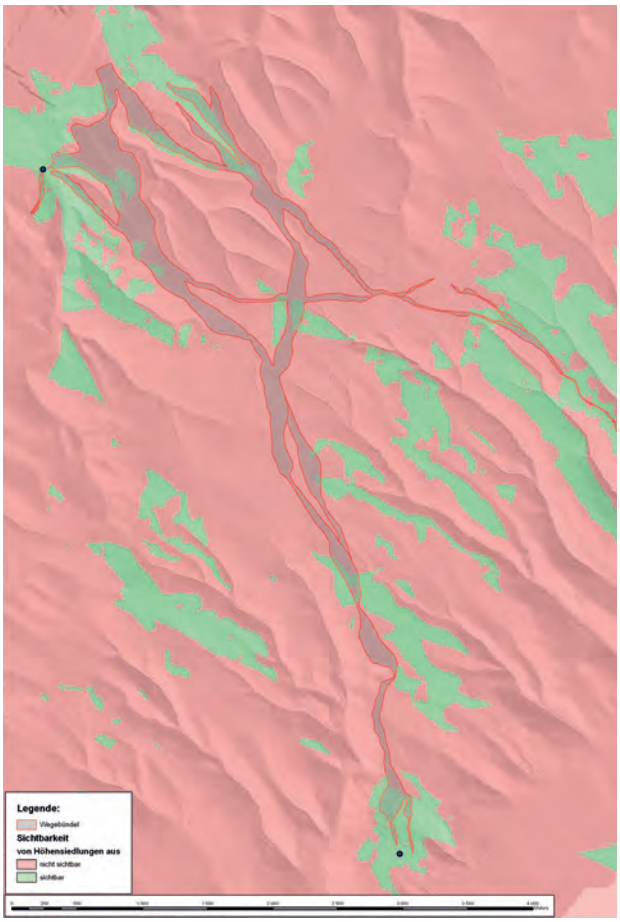


Abb. 203: Kumulative Sichtbarkeitskarte, von den drei Höhensiedlungen aus berechnet. Die sichtbaren Bereiche (grün) zeigen, dass vor allem im Nahbereich die Wege gut einsehbar waren und eine gute Sichtverbindung zwischen Siedlungen und Hügelgräberfeldern gegeben war. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

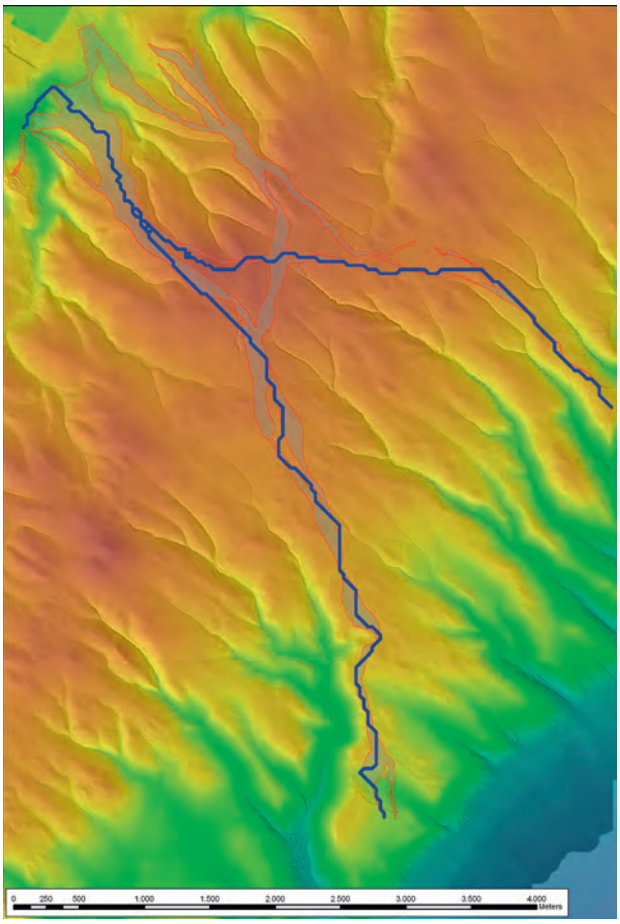


Abb. 204: Least-Cost-Path (blaue Linie) zwischen Mannersdorf und Purbach bzw. Mannersdorf und Donnerskirchen basierend auf den Faktoren „Offenheit" und „Hangneigung". Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

vom tatsächlichen Verlauf ab. Der Grund dafür ist in einem kleinen Tal zu sehen, an dessen Sohle der Weg eine über eine lange Strecke geringe Steigung nimmt. Dies ist aber für prähistorische Zeiten unrealistisch, da gerade Täler mit geringem Gefälle häufigen Überschwemmungen ausgesetzt und zudem sumpfig sind und daher ohne befestigte Straßen kaum zu befahren waren. Interessant dabei erscheint, dass eine moderne Straße mit festem Unterbau diesen abweichenden Verlauf nimmt.

Der Faktor Sichtbarkeit lässt sich durch die Berechnung einer „totalen Sichtbarkeitskarte" (vgl. Kapitel 14.2.1 und Abb. 177) einbeziehen. Dazu wurden von einem systematischen Raster ausgehend etwas unter 10.000 Karten berechnet und deren Rasterwerte aufsummiert. Abb. 202 zeigt den Verlauf, den die Wege nehmen würden, wenn allein die szenische Aussicht ausschlaggebend wäre. Während dieser Weg den tatsächlichen Verlauf zwischen Mannersdorf und Donnerskirchen in etwa folgt, weicht er Richtung Purbach stark ab und quert bisweilen steile Täler und Hügelflanken. Solch ein Weg wäre für Transportzwecke denkbar ungeeignet.

Auch wenn eine allein auf der totalen Sichtbarkeit basierende Berechnung von vorneherein unsinnig erscheinen mag, so könnte die visuelle Wahrnehmung für den Wegverlauf durchaus Relevanz haben. Vor allem im Nahbereich der Höhensiedlungen könnte eine Möglichkeit der Beobachtung von Wegen erwünscht gewesen sein. Zudem führt das dokumentierte Wegenetz in zwei von drei Fällen an Hügelgräberfeldern vorbei und im Fall der drei an einer Geländekante errichteten Hügel war der visuelle Eindruck für den sich nähernden Reisenden eventuell ebenfalls bedeutend. Alle diese Faktoren zeigen sich in einer kombinierten

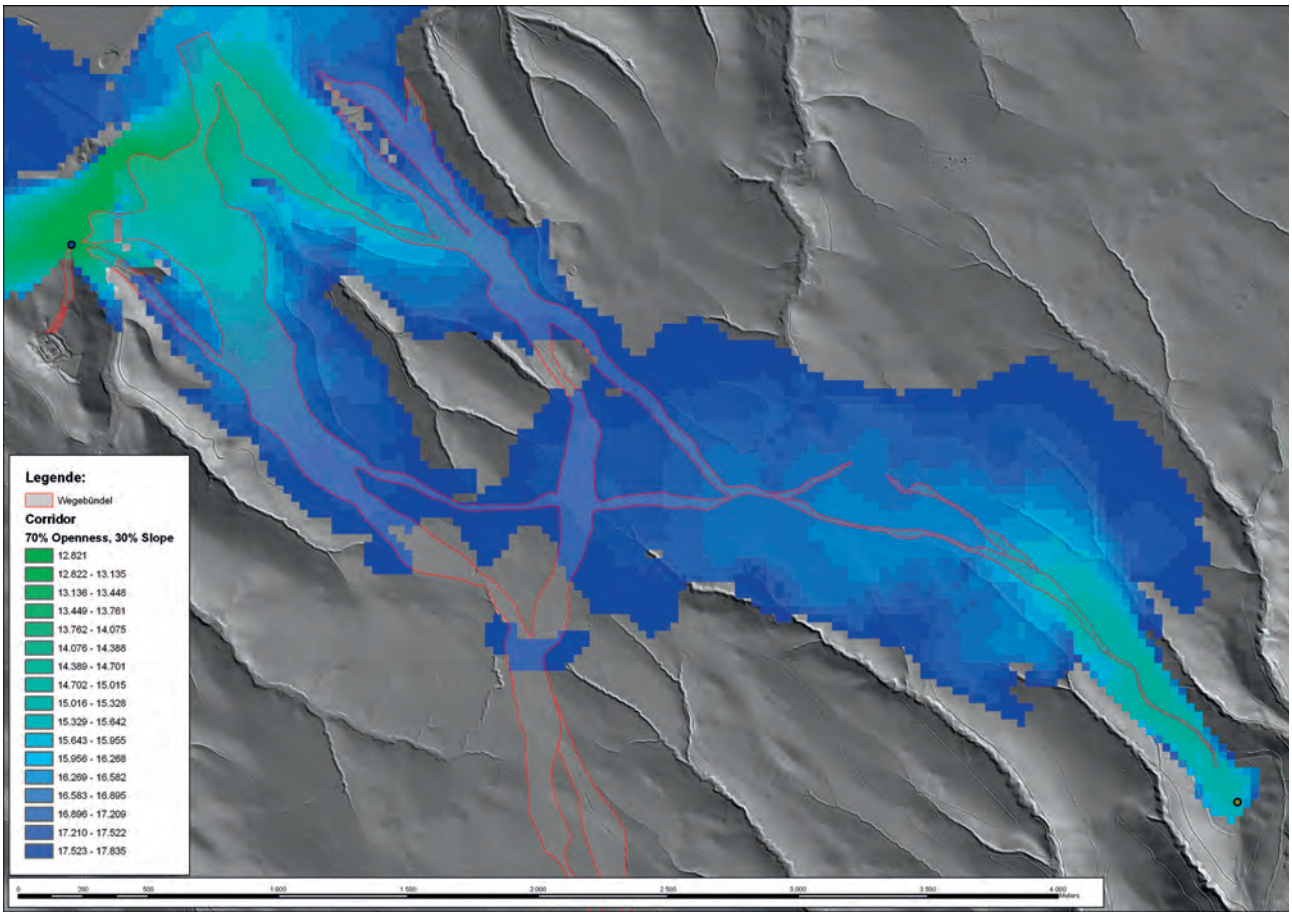


Abb. 205: Korridor-Analyse der anisotropischen Cost-Surfaces zwischen Mannersdorf und Purbach basierend auf den Faktoren „Offenheit" und „Hangneigung". Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

Sichtbarkeitskarte, welche von den drei Höhensiedlungen aus gerechnet wurde (Abb. 203).

Eine totale Sichtbarkeitskarte wird den Karten von topografischer Prominenz oder Offenheit des Geländes bis zu einem gewissen Grad ähneln, da Bereiche mit hoher Prominenz und großer Offenheit sich vor allem auf Hügelkuppen befinden, welche – sofern keine höheren Rücken in der Umgebung sind – eine gute Aussicht gewährleisten. Ein Unterschied besteht vor allem in den Voraussetzungen: Während topografische Prominenz und Offenheit unabhängig von der Vegetation sind, so gibt die totale Sichtbarkeitskarte immer nur das Sichtbarkeitspotenzial unter der Voraussetzung einer nicht bewaldeten Oberfläche an.

Topografische Prominenz und Offenheit sind sich sehr ähnlich. Beide können unterschiedlich interpretiert werden: Einerseits zeigen prestigeträchtige Orte einen höheren Grad an Prominenz oder Offenheit des Geländes; der gleiche Sachverhalt kann andererseits als Schutzbedürfnis interpretiert werden. Der Einfluss dieser Faktoren auf den Verlauf eines Weges führt dazu, dass die berechneten Trassen nicht in den sumpfigen, oft überschwemmten Talbereichen, sondern entlang der Hügelrücken führen. Während eine Wegeberechnung allein auf diesen Faktoren jedoch ebenfalls Abweichungen ergab, war eine Kombination aus Hangneigung und Offenheit zielführend: Diese beiden Faktoren konnten das Wegenetz exakt nachmodellieren (Abb. 204). Es gibt praktisch keine Abweichungen zwischen modelliertem und tatsächlichem Verlauf.

In diesem Fall erschien es aufgrund der Ausgangsbedingung eines vorhandenen Wegenetzes sinnvoll, einen einzelnen Weg mittels Least-Cost-Path-Analyse nachzurechnen. Für den Fall, dass man keine Information zu tatsächlichen Wegverläufen hat, eignet sich eine sogenannte Korridor-Analyse besser. Diese zeigt einen „günstigsten" Korridor, innerhalb dessen eine Suche nach Wegen sinnvoll ist – unter der Annahme, dass die vorgegebenen Faktoren plausibel sind. Abb. 205 zeigt die von den Zielpunkten aus berechneten akkumulierenden „Kosten" unterhalb eines bestimmten Schwellenwerts. Dieser wurde so gesetzt, dass ein durchgehender Wegverlauf möglich war. Von Hellblau (gering)

bis Dunkelblau („Kosten" knapp unterhalb des Schwellenwertes) wird dabei jenes Gebiet markiert, welches erreicht werden kann. Das Bild zeigt deutlich, dass sämtliche Varianten des tatsächlich erhaltenen Wegenetzes innerhalb des maximal zulässigen Wertes bleiben, was ein zusätzliches Argument für die Richtigkeit der verwendeten Faktoren „Offenheit" und „Gelände" ist.

Die Analyse des in den ALS-Daten gefundenen und kartierten Wegenetzes zeigte, dass sein Verlauf auf dem Prinzip einer Kosten-Nutzen-Rechnung basieren dürfte. Damit konnte in diesem Fall der Ansatz einer rationalen Entscheidung in der Variante der Wert-Erwartungstheorie als für die Archäologie nützliches Werkzeug bestätigt werden.

Hauptfaktoren für die Fortbewegung zwischen den drei Höhensiedlungen Mannersdorf, Purbach und Donnerskirchen waren das Relief und die Offenheit des Geländes. Die Hangneigung gilt allgemein als wichtigster Faktor für die Fortbewegung im Raum:

„Through the exercises of descending and climbing, and their different muscular entailments, the contours of the landscape are not so much measured as felt – they are directly incorporated into our bodily experience" (Ingold 2000, 203)

Dies konnte in der vorliegenden Analyse zwar bestätigt werden, aber die Hangneigung allein wäre für eine Erklärung des Wegenetzes unzureichend gewesen. Erst durch Kombination mit dem Faktor „Offenheit" konnte eine Modellierung ohne Abweichung zum empirisch beobachteten Wegenetz erfolgen.

Der Faktor der Offenheit dürfte in diesem Fall einerseits als indirekte Einbeziehung der Bodenverhältnisse zu werten sein: Diese sind entlang von Talauen – Bereiche mit geringer Offenheit – verhältnismäßig sumpfig und weich, was ein Vorwärtskommen erschwert. Deshalb werden Bereiche mit größerer Offenheit, etwa entlang eines Hanges oder an Hügelrücken bevorzugt. Andererseits kann dies auch im Sinne einer höheren Sichtbarkeit gewertet werden.

Während sich die umweltrelevanten Einflüsse oft abschätzen lassen, sind soziale Einflüsse, wie Grenzen von Territorien, soziale Grenzen, kulturelle oder religiöse Tabus oder die Anziehungskraft einzelner Plätze auf die menschliche Fortbewegung ungleich schwerer zu fassen. Dennoch lassen sich bekannte Kultstätten oder markante Formationen in einen Friction-Surface einbauen, wobei die Stärke ihres Einflusses ein großer Unsicherheitsfaktor ist (Bell et al. 2002, 173). Dies war in unserem Beispiel nicht notwendig, es soll aber betont werden, dass sowohl die berechneten als auch die tatsächlichen Wege an Hügelgräberfeldern, sowie anderen anthropogenen Hügeln, die zum Teil an markanten Positionen errichtet worden waren, entlangführten. Die visuelle Wahrnehmung dürfte deshalb ebenfalls eine Rolle für den konkreten Wegverlauf gespielt haben, ist jedoch bereits im Faktor „Offenheit" inkludiert.

17. Wert-Erwartungstheorie und Standortwahl

Michael Doneus und Thomas Kühtreiber

Im vorherigen Beispiel waren die sich über einen langen Zeitraum manifestierenden Spuren der Fortbewegung im regionalen Raum Ausgangspunkt des erklärenden Verstehens. Im zweiten und letzten Beispiel soll die Frage um die Standortwahl auf ähnliche Weise untersucht werden. Konkret soll die Lage und vor allem die Begrenzung der Klosteranlage „St. Anna in der Wüste" einer Interpretation zugeführt werden. Es handelt sich also um ein Explanandum auf der Mesoebene, eine kleine soziale Gruppe mit festgelegten strengen Verhaltensregeln und speziellen, religiös motivierten Wertvorstellungen, welche aus schriftlichen Quellen bekannt sind.

Aus dieser speziellen Konstellation heraus werden in diesem Kapitel zwei Fragen im Vordergrund stehen: Einerseits soll untersucht werden, inwieweit ist die Wert-Erwartungstheorie bei der Frage zur Standortwahl anwendbar ist. Können wir selbst religiös motiviertes Handeln anhand einer rationalen Entscheidungstheorie erklären? Andererseits stellt sich vor allem in Hinblick auf die Landschaftsarchäologie die Frage, ob man in diesem speziellen Fall auch ohne schriftliche Quellen zu einem ähnlichen Ergebnis verstehender Erklärung kommen könnte. Die Beantwortung der zweiten Frage wird uns zeigen, ob eine emische Interpretation unter wissenschaftlichen Voraussetzungen in der Landschaftsarchäologie möglich ist.

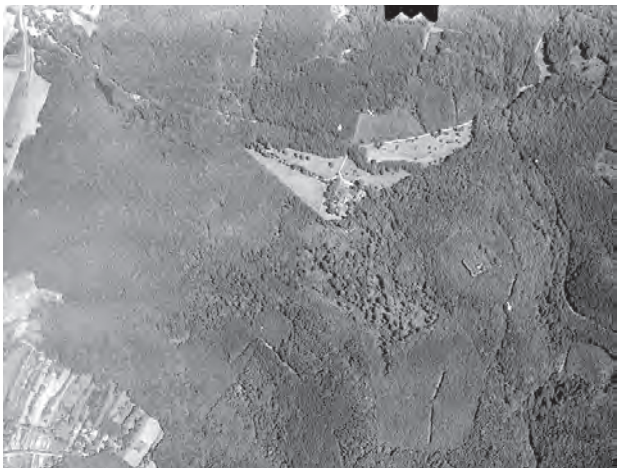


Abb. 206: Senkrechtaufnahmen des gescannten Bereiches vom Juni 2000 (© bmlvs/luaufklsta).

17.1 St. Anna in der Wüste

Die Reste der Klosteranlage „St. Anna in der Wüste" befinden sich im Leithagebirge, einem Höhenrücken an der Grenze der österreichischen Bundesländer Niederösterreich und Burgenland, die historisch der Grenze zwischen dem Heiligen Römischen Reich und dem Königreich Ungarn entspricht. Das Gebiet der ehemaligen Klosteranlage St. Anna in der Wüste ist bewaldet und war Teil des Zielgebietes, welches im Rahmen des Projektes „LiDAR-ge-



Abb. 207: Erhaltene Kirche der 1783 aufgelassenen Klosteranlage (Foto: Michael Doneus).

stützte archäologische Prospektion in Waldgebieten“ in den Jahren 2006 und 2007 mit hoher Auflösung unter archäologischen Vorgaben gescannt wurde (Doneus et al. 2008b). Neben Altwegstrukturen, alten Steinbrüchen und Grenzmarken sind die Baureste des Klosters die prominentesten obertägig erhaltenen Spuren neuzeitlicher Landschaftsprägung in dieser Region. Aufgrund einer gut überlieferten und dementsprechend dichten schriftlichen und bildlichen Parallelüberlieferung erscheint das ehemalige Kloster und sein Umland für eine landschaftsarchäologische Interpretation unter Integration oben beschriebener emischer und etischer Zugänge prädestiniert.

Während die meisten Seitentäler des Leithagebirges als tiefe Gräben mit v-förmigem Querschnitt ausgeprägt sind, liegt im Bereich der Klosteranlage eine Talweitung vor, die sich entlang des Arbach von Ost nach West zieht. Flankiert ist dieses kleine Tal von zwei Hügelrücken, die sich etwa 50 m über den Arbach erheben. Der kleine Talkessel wird heute von den Überresten der 1783 aufgelassenen Klosteranlage „St. Anna in der Wüste“ eingenommen, welche am Fuß des so genannten „Schlossberges“ situiert ist. Der „Schlossberg“ wiederum ist Standort einer prähistorischen Höhensiedlung (Melzer 1980, 77) sowie der innerhalb dieser errichteten Burg Scharfeneck. Das nähere und weitere Umfeld ist weiters seit dem Mittelalter durch die Gewinnung von Kalk als Werkstein sowie für die Herstellung von Mörtel geprägt. Das Luftbild vom Juni 2000 zeigt die starke Bewaldung des Gebietes. Es handelt sich dabei in erster Linie um einen Eichen-Buchen-Mischwald mit zum Teil stark ausgeprägtem Unterholz. Der Bereich um das Kloster ist großteils nicht bewaldet (Abb. 206). An archäologischen Strukturen konnten Gebäudereste, Reste der Umfassungsmauer, Wälle, Dämme, aufgelassene Steinbrüche, Kalkbrennöfen, Wegtrassen und Hohlwege sowie im Idealfall ehemalige Flurstrukturen sichtbar gemacht werden.

Die ältesten archäologischen Siedlungsspuren liegen nach derzeitigem Kenntnisstand auf dem „Schlossberg“ vor, auf welchem sich die Reste der im vorherigen Kapitel beschriebenen prähistorischen Befestigungsanlage

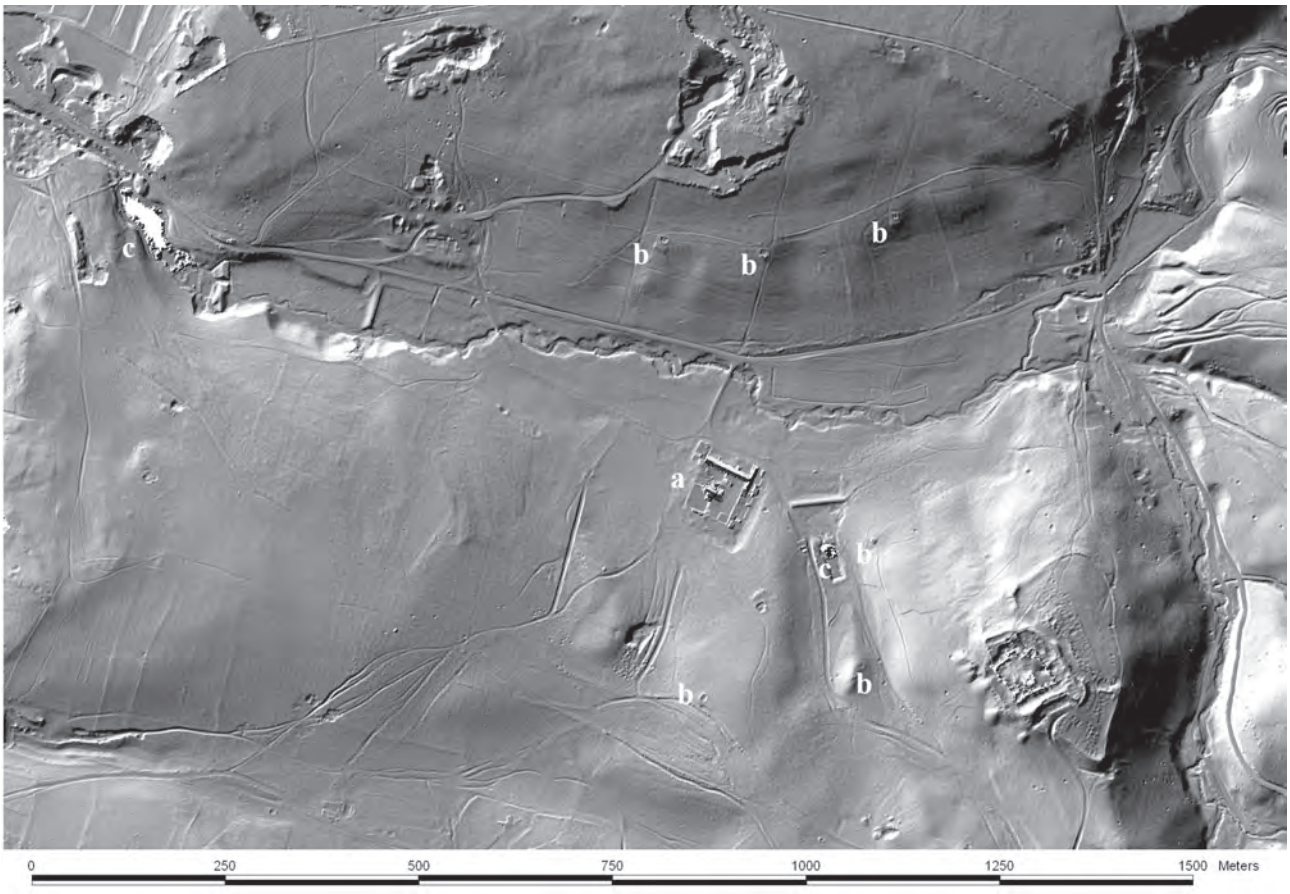


Abb. 208: Schattiertes digitales Geländemodell des Bereiches der Klosteranlage: a Kloster. – b Eremiteien. – c Teichanlagen. – Lichtquelle im Nordosten. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

(Mannersdorf) und das offensichtlich dazugehörende Hügelgräberfeld befinden. Die nächstjüngeren Siedlungsaktivitäten können nach derzeitigem Kenntnisstand mit der Errichtung der spätmittelalterlichen Burg Scharfeneck auf dem Areal der prähistorischen Höhensiedlung identifiziert werden (vgl. Abb. 199). Die späte Gründung des Adelssitzes – die urkundliche Erstnennung eines gleichnamigen Adelsgeschlechts ist für 1383 überliefert, die Burg selbst wird 1417 erstmals genannt – dürfte in ihrer Lage in einem Grenzstreifen zwischen dem Herzogtum Österreich und dem Königreich Ungarn zu sehen sein, welcher im Laufe der Jahrhunderte mehrfach die politische Zuordnung wechselte (Lampel 1899, 49: 51; Mochty 1998). Die Burg wurde im 16. Jahrhundert aufgegeben, als im Jahr 1555 ein Blitz den Turm teilweise zerstörte. 1683 diente die Ruine der angrenzenden Bevölkerung als Zufluchtsstätte vor den Türken.



Abb. 209: Fundament einer der Eremiteien (Foto: Michael Doneus).

Nach Aufgabe der Burg wird 1644 auf Initiative der Kaiserinwitwe Eleonora eine Eremitei des Unbeschuhten Karmeliterordens mit den Namen „St. Anna in der Wüste" errichtet (Schatek 1938, 1–38; Aguinaga 1993, 6–52; Mayer 1900, 85–91). Deutlich sind am Talgrund die zentral gelegenen Reste der kartausenartig um die Kirche strukturierten Klosteranlage zu erkennen (Abb. 207 und Abb. 208/a). Der schattierte Plan des Geländemodells zeigt weitere Details (Abb. 208). Einzelne Einsiedeleien, von denen zumeist nur noch die Fundamente erhalten sind (Abb. 209), zeichnen sich deutlich im Plan ab (Abb. 208/b). Die sie umgebenden linearen Erhebungen sind zum Teil ehemalige Wege, es dürfte sich bei manchen aber auch um Flurbegrenzungen handeln. Teichanlagen entlang des Arbachs (Abb. 208/c) sowie Reste eines Meierhofes am linken Talhang (Abb. 210/a) sind deutlich erkennbare Reste der wirtschaftlichen Basis der Eremitei, welche sich möglicherweise auf bereits vorhanden gewesene Strukturen des Adelssitzes beziehen. Da jedoch das gesamte Talbecken inklusive der angrenzenden Hänge intensive Spuren mittelalterlicher bis neuzeitlicher wirtschaftlicher Nutzung trägt und die Auswertung der Schriftquellen bislang keinen Hinweis auf die mittelalterlichen Dominikalstrukturen lieferten, sind dazu nach derzeitigem Stand der Forschungen keine Aussagen möglich. Zu den besagten Strukturen gehören vor allem Spuren der Kalksteingewinnung und -verarbeitung, wobei der leicht zu bearbeitende Leithakalk nach schriftlicher Überlieferung zumindest seit dem Spätmittelalter überregional für die Werksteinproduktion genutzt wurde (Starzer 1900, 7.17). Zahlreiche kleinere und größere Steinbrüche zeigen sich über das gesamte Gebiet verteilt. Ein größerer ehemaliger Steinbruch befindet sich nördlich des bereits zerstörten Meierhofes (Abb. 210/b). Seine Struktur ist noch mehr oder weniger deutlich im Geländemodell zu erkennen. Er wird mehrfach von späteren Wegen überlagert. Etwas nördlich des Hofareals findet sich ein Kalkbrennofen (Abb. 210/c). Dieser wurde zu Präsentationszwecken teilweise ausgegraben und ist deshalb im Geländemodell so deutlich ausgeprägt. Unweit davon zeichnet sich eine weitere Ofenanlage etwas weniger deutlich ab (Abb. 210/d).

17.2 Realraum und Anschauungsraum in einer idealisierten Landschaft

Landschaft wurde in dieser Arbeit als Realraum und Anschauungsraum konzipiert. Der Realraum konnte aufgrund des flugzeuggetragenen Laserscans genau und detailliert dokumentiert und visualisiert werden. Dass dieser Realraum für seine Siedler voll von Bedeutungen belegt war, steht außer Frage. Welcher konkrete Sinngehalt sich hinter der räumlichen Organisation menschlicher Tätigkeit verbarg, lässt sich jedoch vor allem für prähistorische Zeiten oft nur schwer beurteilen.

Dennoch soll zunächst ausgelotet werden, inwieweit die neuzeitlichen Raumnutzungsspuren in der „Wüste" ohne Zuhilfenahme der schriftlichen Parallelüberlieferung interpretiert werden können.

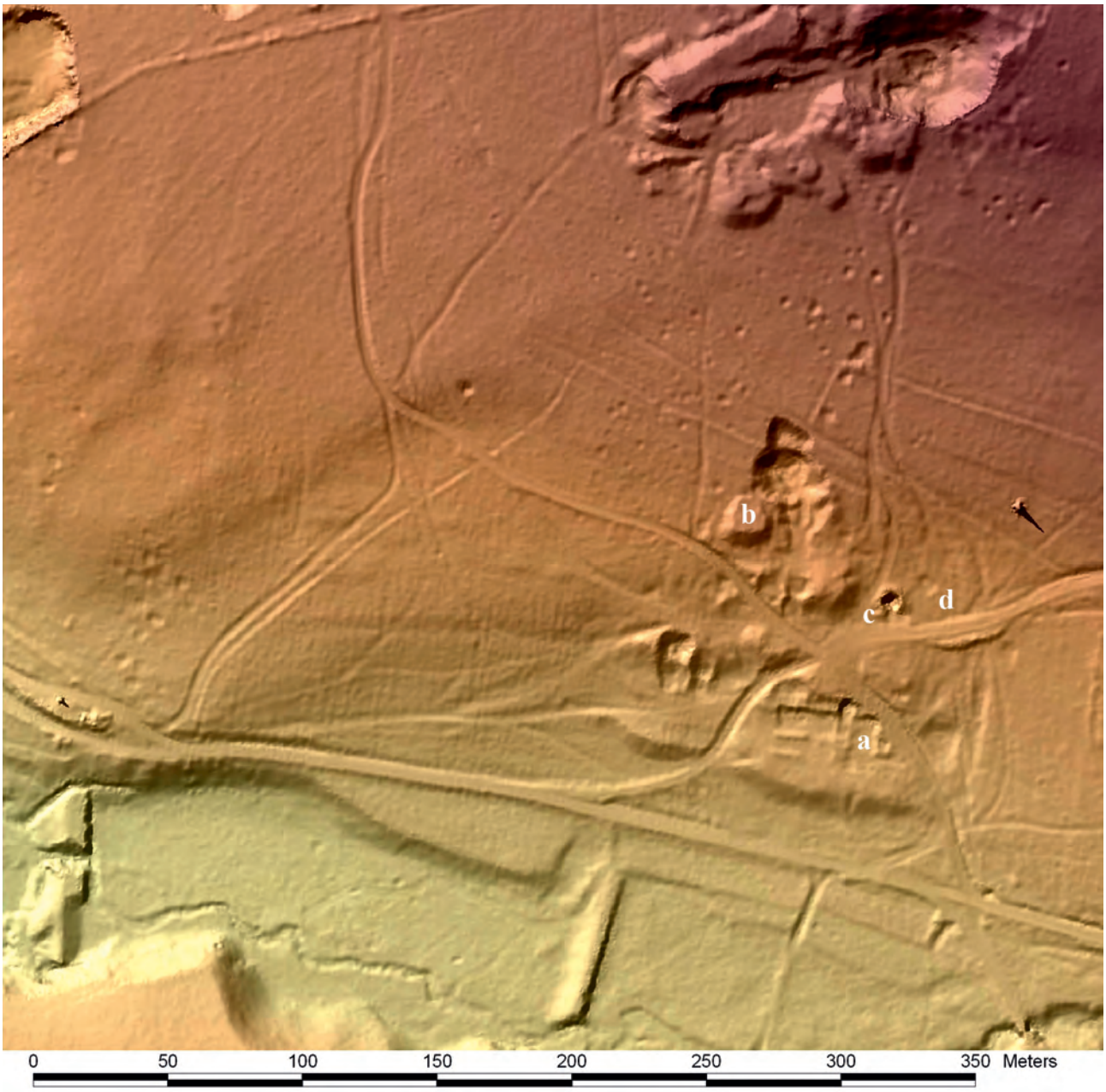


Abb. 210: Schattiertes digitales Geländemodell des Bereiches des Meierhofes. – a Hof. – b Steinbruch. – c ausgegrabener Kalkbrennofen. – d Kalkbrennofen, nicht gegraben. – Lichtquelle im Nordwesten. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

17.2.1 Die etische Perspektive: archäologische Strukturen im Realraum

In einer klassisch-siedlungsarchäologischen Zugangsweise würde man zunächst die Lage des im weitesten Sinne als „Siedlung" anzusprechenden Gebäudekomplexes anhand der Umweltparameter zu erklären versuchen. Es ist in Abbildung 208 unschwer zu erkennen, dass die Anlage in der Nähe eines Fließgewässers und in einem ebenen Bereich (Hangneigung zwischen 3 und 6 Grad) liegt. Die amtliche Bodenkarte (http://bfw.ac.at/rz/bfwcms.web?dok=7066 <September 2012>) weist in diesem Bereich als Bodentyp ein Tschernosem aus Tertiär-Feinsedimenten aus und bewertet dies als „mittel- bis hochwertiges Ackerland". Eine einleuchtende Erklärung für die Lage des Klosters und seinen sich selbstversorgenden Mönchen scheint somit gegeben.

Diese Erklärung erscheint dennoch unbefriedigend, vor allem deshalb, weil sie trivial ist. Bauern (oder wie in unserem Fall Subsistenzwirtschaft betreibende Mönche) benötigen Wasser und Boden, die „Erklärung" ist daher entsprechend

gehaltlos. Dies bedeutet nicht, dass eine umweltbezogene Standortanalyse unnötig oder sinnlos wäre. Natürlich gilt es zunächst einmal, die Potentiale eines Naturraumes zu klären, um festzustellen was aus ökonomischer Sicht gute Standorte wären. Vorhandene Ressourcen sind jedoch nicht automatisch tatsächlich genutzt worden und können daher nicht unkommentiert als Erklärung dienen. Es bedarf also immer mehr als einer ökodeterministischen Herangehensweise.

Das Problem von siedlungsarchäologischen Arbeiten, die sich ähnlicher reduktionistischer Erklärungen bedienen ist, dass die falsche Frage gestellt wurde. Angesichts von hunderten – wenn nicht tausenden – von Flusskilometern mit begleitenden fruchtbaren Böden und entsprechend geringen Hangneigungen in ein und derselben Region ist die alleinige Frage nach den Parametern der physischen Umwelt eines Standortes nicht zielführend. Archäologisch wertvoller ist es, den Betrachtungsmaßstab zu wechseln und zu untersuchen, weshalb eine Siedlung an dieser bestimmten Stelle gelegen ist und nicht etwa 500 Meter weiter flussauf- oder flussabwärts. Zur Beantwortung dieser Frage sind jedoch andere, weniger ökodeterministische Parameter heranzuziehen. Wechseln wir also den Maßstab und sehen wir uns zunächst die Siedlungsstruktur selbst an.

Dass es sich bei den in Geländemodell sichtbaren Strukturen um bauliche Reste eines ehemaligen Klosters handelt, ist durch die baulich geschlossene Struktur rund um die zentrale Kirchenanlage mit Wirtschafts- und Wohntrakten ersichtlich. Die Anlage von Zellen rund um einen kreuzgangartigen Umgang mit primären Ausgängen in ehemalige Gartenareale weist deutliche Parallelen zur mittelalterlichen Kartäuserarchitektur auf (Laurent 1984; Zadnikar 1983a; Aniel 1983). Auch die zurückgesetzte Lage innerhalb des Talbeckens zeigt Übereinstimmungen zu der Standortwahl von Kartäuserklöstern, aber auch jenen der Zisterzienser (Evans 2004, 78 f.). Damit wird freilich bereits außerarchäologisches Wissen zur Interpretation herangezogen. Von Kartausen und Zisterzen unterscheidet sich die vorliegende räumliche Struktur durch das Vorhandensein von sieben kleinen Gebäuden im näheren Umkreis des Klosters, die überwiegend nur noch als Fundamente, in zwei Fällen aber noch zweigeschossig erhalten sind. Die rekonstruierbare Ausstattung mit Heizeinrichtungen weist auf eine Bewohnbarkeit hin, die geringe Dimension und die zweiräumige Struktur von Flur und Aufenthaltsraum besitzt Parallelen zur Raumstruktur von Zellen in Kartausen, wie sie auch für das zentrale Klostergebäude anzunehmen ist. Kloster als auch die frei stehenden „Zellen“ und Reste eines weiteren Kirchengebäudes sowie eines hofartigen Komplexes im Zugangsbereich des Talbeckens werden von einer weitläufigen Mauer umfangen, die bergseitig die ältere Burg ausschließt. Fasst man die vorliegenden Teilergebnisse zur architektonischen Strukturierung der Kleinlandschaft zusammen, so sind es vorwiegend Elemente der räumlichen Segregation, die als sozial konstitutiv angesehen werden müssen: Sowohl die räumlich vom Siedlungsraum abgesetzte Lage im Talbecken, als auch die Umfassungsmauer trennen den monastischen Lebensraum von jenem anschließender Gemeinschaften. Aber auch die baulichen Strukturen innerhalb desselben, wie die getrennt begehbaren Zellen im Kloster, als auch die frei stehenden „Zellen“ weisen auf weitgehende Trennung der Aufenthaltsbereiche der Mitglieder der monastischen Gemeinschaft hin. Die räumliche Distanz zum ländlich-dörflichen Umfeld teilt das Kloster mit der älteren Burg. Der zentrale Unterschied scheint allerdings in der Sichtbarkeit zu bestehen: Während im Fall der Burg Scharfeneck – und damit möglicherweise auch für die eisenzeitliche Befestigung am selben Ort – ein Hügel mit guter Sichtbarkeit aus der vorgelagerten Ebene gewählt wurde, erscheint das Kloster durch die Tallage „ausgeblendet“, wobei dieser Eindruck durch die heutige Bewaldung sicherlich verstärkt wird.

Vor dem Heranziehen von Schriftquellen als Basis einer emischen Perspektive kann somit über die klassisch ökodeterministische Erklärung („ideale landwirtschaftliche Lage“) hinausgehend als Arbeitshypothese die Abgeschiedenheit, verstärkt durch die Nicht-Sichtbarkeit als Hauptbeweggrund für die Standortwahl postuliert werden.

17.2.2 Die emische Perspektive: Schrift- und Bildquellen als Basis der Interpretation für die soziale Situation

Für die emische Interpretation stehen neben mehrfachen Rechtsquellen hinsichtlich Gründung, Bestiftung und Auflösung des Klosters drei Hauptquellen zur Verfügung:

(1) Die Ordensregeln der Unbeschuhten Karmeliten, insbesondere die für 1689 überlieferten Instruktion des Eremus (Aguinaga 1993, 58–63).

(2) Die 2-bändige Klosterchronik, heute im Klosterarchiv des heute noch bestehenden Karmelitenkonventes in Wien-Döbling (Schatek 1938, 3).

(3) Ein Kupferstich von J. Martin Lerch in Wien 1689 sowie eine vereinfachte Nachbildung von Kupferstecher J. Eberspach aus Wien 1780 (Schatek 1938, 8).

Während die Ordensregeln sowie die Instruktionen als normative Quellen Informationen zur sozialen Situation und somit zur obrigkeitlich geprägten Standardisierung dieser spezifischen monastischen Kultur liefern, vermitteln die Chronik sowie die Bildquellen direkter die emische Perspektive, wenngleich quellenkritisch anzumerken ist, dass natürlich sowohl die Autoren der Klosterchronik als auch

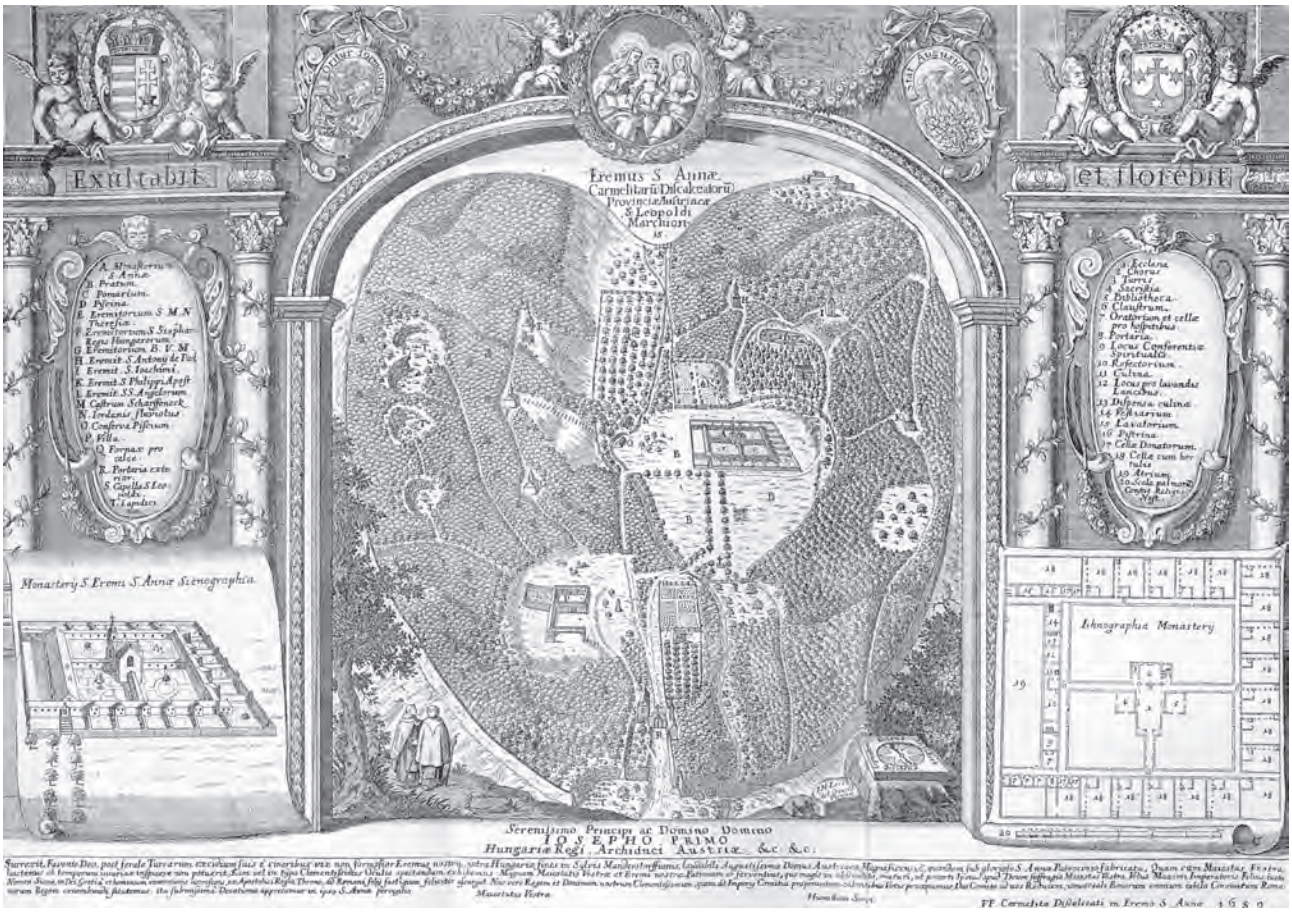


Abb. 211: Stich des Klosters St. Anna in der Wüste von J. Martin Lerch, 1689.

die Kupferstecher durch die Auftraggeber normativ geprägt sind und somit ihre Wiedergaben mehrfach kulturell gefiltert sind. Aus den 1171 approbierten Ordensregeln des 1156 durch Zusammenschluss der Eremiten bei der Eliasquelle am Berg Karmel, Palästina, hervorgegangen Gemeinschaft kann erschlossen werden, dass die Karmeliter – ähnlich den etwas später gegründeten Kartäusern – als der Kontemplation gewidmeten Einsiedlerbewegung verstanden werden können. Doch bereits um die Mitte des 13. Jahrhunderts wurden die Bettelordensprivilegien auch auf die Karmeliter ausgedehnt, wodurch die Integration vieler Karmeliterklöster in Städten erklärbar ist. Die 1593 gegründeten „Unbeschuhten Karmeliten" versuchten als Reformbewegung die Spiritualität der Vita Contemplativa der Gründungszeit als Ordensprinzip stärker aufleben zu lassen (Schatek 1938, 13–15). Deshalb sollte jede Ordensprovinz nach Vorbild der Kartäuser zumindest eine Eremitei oder „Wüste", das heißt eine auf Fasten und Gebet ausgerichtete Einsiedelei, als monastischen Rückzugsort für die sonst überwiegend in städtischen Kommunitäten angesiedelten Ordensniederlassungen besitzen. Eine der fünf im 17. Jahrhundert bestehenden Eremiteien der Italienischen Ordensprovinz, zu der auch die Habsburgischen Erblande zählten, war „St. Anna in der Wüste." (Schatek 1938, 2). Die Instruktionen liefern detaillierte Hinweise auf die Nutzung der Eremitei sowie ihrer einzelnen Bauteile: Demnach befand sich auf allen Zellentüren eine Tafel mit Verhaltensregeln, die die Eremitei als Ort des Gebetes und der Stille auswiesen, in welcher das Schweigen dem Hören und Sehen auf Gott hin dienen sollte (Aguinaga 1993, 91). Besonders aussagekräftig sind in diesem Zusammenhang normative Aussagen zum Sehen: Der Blick soll nur zur Andacht gegen Himmel gerichtet werden, gleichfalls sollte aus der Zelle nicht in den Garten geschaut werden. An anderer Stelle heißt es in den Instruktionen, dass der Blick „nicht über die eigene Grablänge hinaus schweifen" solle (Aguinaga 1993, 150). Die visuelle Beschränkung spielt somit eine zentrale Rolle im räumlichen Konzept der Eremitei.

Dies kommt auch in den Ausführungen zum Klosterbau in den chronikalen Aufzeichnungen zum Ausdruck: Die Bedeutung der weltlichen Distanz lässt sich in unserem Fall konkret daran erkennen, dass der von Eleonora

ursprünglich vorgeschlagene Ort für die Errichtung der Klosteranlage vom Ordensprovinzial abgelehnt worden war. Dieses bei Walpersbach am westlichen Abhang des Traisentals gelegene Gebiet erschien den Karmeliten nicht geeignet, da es als zu wenig abgeschieden erachtet wurde. Ideal sei ein von bewaldeten Bergen umsäumtes geräumiges Tal, welches zugleich Abgeschiedenheit garantiert, und die notwendigen Ressourcen für den täglichen Bedarf (Wasser, Stein, Sand, Holz, sowie Flächen für Garten und Fischteich) zur Verfügung stellt (Schatek 1938, 2.11). Dies war am Fuße des Leithagebirges gegeben. Den Platz des Klosters und seiner Kirche wählte man so, dass alle Einsiedeleien von dort einzusehen waren (Schatek 1938, 2.19). Sehen und Nicht-Gesehen-Werden scheint also eine wichtige Rolle für die Platzwahl gewesen zu sein, und scheint daher eine plausible Brückenannahme für das Präferenzverhalten der Klostergründer zu sein.

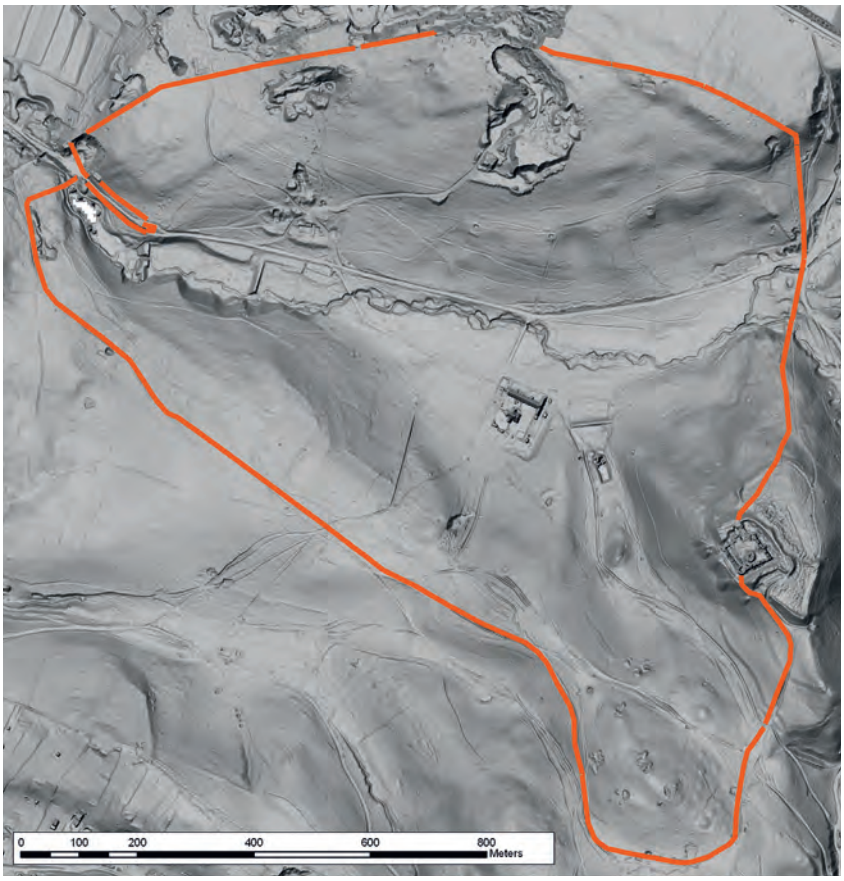


Abb. 212: Überblick über die gesamte Klosteranlage mit eingezeichnetem Mauerverlauf. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

Weitere wichtige Erkenntnisse zum räumlichen Konzept der Klosteranlage können aus im Vergleich mit einem als Vogelschau erstellten Stich des Klosters St. Anna in der Wüste von J. Martin Lerch entnommen werden (Schatek 1938, 2. Abschnitt, 32–38). Es ist dies zwar eine offensichtliche Darstellung des Realraums, bei näherer Betrachtung zeigen sich im Vergleich mit dem ALS-basierten DGM jedoch deutliche Unterschiede in Bezug auf Form und Lage einzelner Strukturen. Anders als bei einer modernen Kartierung ist der Stich daher nicht als genaue Abbildung des Realraums in den geometrischen Raum zu werten, sondern gibt vielmehr den Anschauungsraum des Künstlers bzw. seiner Auftraggeber wieder.

Das Mittelbild des Stichs zeigt das nach den Türkenkriegen von 1683 wieder hergestellte Kloster als idealisierte Landschaft inmitten von Obstgärten und umrahmt von Wäldern, welche den programmatischen Ausdruck der „Wüste“ als Ort des Rückzugs visualisieren (Abb. 211). Im Vergleich zum Geländemodell fällt insbesondere der idealisierte Verlauf der Umfassungsmauer auf: Während der reale Mauerzug nur südlich der Burg um das Hügelgräberfeld eine deutliche Ausbuchtung aufweist, zeigt der Stich zwei symmetrische Rundungen, welche mit der Einsenkung des Arbachtals die Form eines Herzens beschreibt. Die Herzform wird in der Bildmitte durch die das Kloster umgebende Wiese wiederholt (vgl. Schatek 1938, 2. Abschnitt, 37; Aguinaga 1993, 15). Mit hoher Wahrscheinlichkeit wurde damit das Herz-Jesu-Motiv in die imaginierte Klosterlandschaft der „Wüste“ eingeschrieben. Dieses Motiv erfreute sich insbesondere während der Gegenreformation, anknüpfend an die Herzmetapher des Neuen Testaments und Augustinus besonderer Beliebtheit, insbesondere nach dem 1672 eingeführten Herz-Jesu-Fest (Fassbinder 2003, 277).

Besonders schön zeigt sich die Diskrepanz zwischen der „institutionellen Logik“ der Landschaftsgestaltung und der realen Topografie in der Verteilung der Einsiedeleien, welche im Stich relativ gleichmäßig um das zentral gelegene Kloster verteilt erscheinen, im Geländemodell hingegen ein weit unregelmäßigeres Muster ergeben. Die Anzahl von sieben Klausen weist – wie auch die sieben Gründungsgrangien der niederösterreichischen Zisterze Zwettl auf eine weitere symbolische Aufladung der Klosterlandschaft hin (vgl. Predovnik 1998). Die vergleichende Analyse der historischen Bildquelle wie des LIDAR-gestützen Gelän-



Abb. 213: Die 4,5 km lange Umfassungsmauer hat eine heute noch erhaltene Höhe von etwa 2 m (Foto: Michael Doneus).

demodells ermöglicht daher, ideologische Konzepte der Raumaneignung sichtbar zu machen und nachzuvollziehen.

17.3 Erklärung von Lage und Mauerverlauf

Aus dem bisher Gesagten geht deutlich hervor, dass wir es hier mit einer religiös genutzten und interpretierten Landschaft zu tun haben. Das Handeln kann daher in erster Linie als wertrational verstanden werden (vgl. Kapitel 15.1.4), d. h. die Handlungsentscheidung ist zwar rational und basiert auf der sozialen Situation, wesentliches Kriterium für die Entscheidung ist jedoch die Erfüllung von (religiösen) Werten; die Handlungskonsequenzen sind dabei sekundär (Esser 2002, 226). Daraus ergeben sich in unserem Zusammenhang mehrere konkrete Fragen:

(1) Ist in diesem Fall religiös motivierter Entscheidungen eine auf dem Rational-Choice-Ansatz beruhende Handlungstheorie anwendbar?

(2) Können wir das in den schriftlichen Quellen überlieferte Konzept der Zurückgezogenheit mit unseren wissenschaftlichen Methoden nachvollziehen?

(3) Würden wir auch ohne schriftliche Quellen zu einem ähnlichen Ergebnis verstehender Erklärung kommen?

Ausgangspunkt für die Beantwortung dieser Fragestellung ist die offensichtliche Diskrepanz des tatsächlichen Mauerverlaufs und seiner Darstellung im Stich von Martin Lerch. Bereits A. Schatek betont, die Klausurmauer sei „allzu sehr in Herzform“ und interpretiert dies als Fehler der Darstellung (Schatek 1938, 2. 37). Gerade anhand dieser Abweichung zeigt sich jedoch – wie oben beschrieben – die ideologische Bedeutung des Mauerverlaufs als Herz-Jesu-Motiv. Wenn dieses Konzept jedoch tatsächlich im Vordergrund stand, dann stellt sich zunächst die Frage, weshalb die Klosteranlage nicht tatsächlich von einer herzförmig verlaufenden Mauer umfasst wurde. Ein Blick auf Abb. 212 zeigt, dass eine Herzform nur ansatzweise gegeben ist. Die Mauerzüge laufen zwar im Westen annähernd spitz zusammen, und zeigen an der Ostseite tatsächlich eine kleine Eindellung (bei der Ruine Scharfeneck), welche die zwei Herzflügel trennt; diese befindet sich jedoch nicht mittig, sondern nach Süden versetzt. Auffällig ist die, das prähistorische Hügelgräberfeld einschließende Ausbuchtung im Südwesteck des Geländes. Diese ist eine markante Abweichung von der Herzform und wäre als solche sicherlich ohne großen Aufwand vermeidbar gewesen. Ihr Vorhandensein beweist jedoch, dass diese Abweichung von der Herzform gewollt war, und im Mauerverlauf daher ein anderer Sinn zu suchen ist.

Die Lage und Form der Klosteranlage stellt somit das Explanandum dar. Die soziale Situation und das Präferenzverhalten können aus der schriftlichen Überlieferung argumentiert werden: Der Klosterchronik ist zu entnehmen, dass das Gebiet nach der erfolgten Schenkung auf Initiative der Kaiserinwitwe Eleonora zunächst im März 1644 während einer Begehung durch Obersthofmeister Graf Friedrich Cavriani gemeinsam mit dem Prior des Wiener Karmeliterklosters und einem Frater durch Markierungen an Bäumen abgesteckt wurde (Schatek 1938, 2. 16). Die Errichtung der 4,5 km langen, etwa 0,5 m breiten und im Schnitt 2 m hohen Mauer (Abb. 213) war sehr kostspielig und dauerte 118 Jahre.

Die Quellen zeigen uns also, dass die Festlegung des Mauerverlaufes im Zuge der Begehung des bewaldeten Gebietes in der vegetationsfreien Zeit durchgeführt worden war, der Verlauf also bewusst gewählt wurde. Über die dabei wirksamen Motive schweigen sich die schriftlichen Quellen in diesem Zusammenhang aus. Hier kann man jedoch auf den Ordensregeln des Karmeliterordens verweisen, die eine Zurückgezogenheit vom Weltlichen – und zwar sowohl ideell als auch räumlich – vorschreiben. Die Bedeutung der weltlichen Distanz lässt sich in unserem Fall konkret daran erkennen, dass – wie bereits weiter oben erwähnet – der von Eleonora ursprünglich vorgeschlagene Ort für die Errichtung der Klosteranlage vom Ordensprovinzial als nicht abgelegen genug abgelehnt worden war. Den Platz des Klosters und seiner Kirche wählte man so, dass alle Einsiedeleien von dort einzusehen waren (Schatek 1938, 2. 19). Sehen und Nicht-Gesehen-Werden scheint also eine wichtige Rolle für die Platzwahl gewesen zu sein, und scheint daher eine plausible Brückenannahme für das Präferenzverhalten der Klostergründer zu sein.

Basierend auf dieser Annahme und der Wert-Erwartungstheorie kann man daher versuchen, die Standortwahl anhand der uns zur Verfügung stehenden Daten zu erklären. Zurückgezogenheit lässt sich dabei gut aufgrund räumlicher Distanz und der visuellen Wahrnehmung modellieren. Auf die prinzipielle Bedeutung von Sichtbarkeit bei den Karmeliten hatte

auch die Aussage hingewiesen, dass die um die zentrale Klosteranlage verteilten sieben Einsiedeleien von dieser aus sichtbar sein sollten. Wie bereits in den vorherigen Kapiteln beschrieben, lässt sich die visuelle Eigenschaft eines Geländes vor allem durch zwei Verfahren messen: (1) eine totale Sichtbarkeitskarte sowie (2) durch die Berechnung der topografischen Prominenz.

Die totale Sichtbarkeitskarte wurde aus einem großen Datensatz (10 m Rasterweite), welcher das gesamte Leithagebirge mit einer 10 km breiten Pufferzone abdeckte, berechnet. Die Pufferzone war notwendig, um bei der Berechnung der Sichtbarkeitskarten mit einem maximalen Radius von 10 km keine statistischen Randeffekte zu erhalten. Insgesamt wurden etwa 10.000 einzelne Sichtbarkeitskarten in einem Raster von 50 m Abstand unter Berücksichtigung der Erdkrümmung berechnet und zu einer totalen Sichtbarkeitskarte aufsummiert. Diese zeigt für jedes Rasterelement, von wie vielen anderen Punkten des verwendeten 50 m-Rasters es einsehbar ist. Bei der Überlagerung des kartierten Geländes mit einer totalen Sichtbarkeitskarte (Abb. 214) zeigt sich deutlich, dass der zentrale Bereich der Klosteranlage eine sehr geringe Sichtbarkeit aufweist: Die totale Sichtbarkeit der Rasterelemente im Bereich des Klosters weisen Werte um 100 auf. Im Vergleich dazu ist die Ruine mit Werten um 1.600 sehr gut sichtbar.

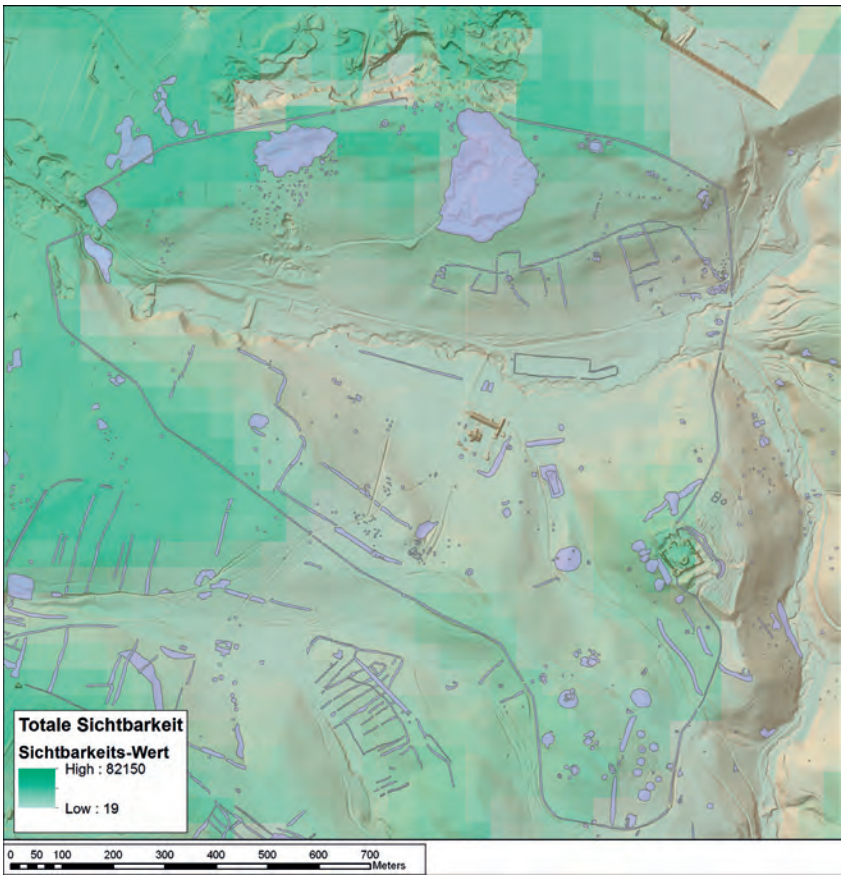


Abb. 214: St. Anna in der Wüste: totale Sichtbarkeitskarte (50 m Rasterweite) des Areals auf Basis eines großflächigen DGM mit einer Rasterweite von 10 m. (Grafik: Michael Doneus).

Ein ganz ähnliches Bild ergibt sich bei der topografischen Prominenz: Auf Basis des für die totale Sichtbarkeit verwendeten Geländemodells wurde innerhalb eines 50 m-Rasters für jedes Element berechnet, welcher Prozentsatz des innerhalb eines Radius von 500 m liegenden Geländes unterhalb bzw. oberhalb des gegebenen Punktes liegt. Geringe Werte zeigen in Relation zum Gelände tief liegende Bereiche an, während Werte über 80 % hohe, sehr prominente Bereiche kennzeichnen. Dies ist zum Beispiel bei der Burg Scharfeneck der Fall, welche einen topografischen Index von bis zu 97 % aufweist. Im Gegensatz dazu sind die Werte in Klosternähe relativ gering (Abb. 215).

Diese beiden Darstellungen demonstrieren, dass die Klosteranlage tatsächlich in einem schwer einsehbaren Gebiet liegt. In Übereinstimmung mit den historischen Informationen kann somit das Konzept der Zurückgezogenheit in einem GIS modelliert und nachvollzogen werden. Die Lage des Klosters kann in diesem Kontext als rationale Entscheidung gemäß der Wert-Erwartungstheorie beurteilt werden.

Der Mauerverlauf und vor allem die sich im Südwesten befindende, das prähistorische Hügelgräberfeld einschließende Ausbuchtung lassen sich dadurch aber noch nicht hinreichend erklären. Eine Erklärung wurde erst evident, als der Faktor Sichtbarkeit im Rahmen einer explorativen Datenanalyse durch weitere Berechnungen unterzogen wurde. Zunächst wurde die Aussage untersucht, die sieben Eremien seien in ein räumliches Sichtbarkeitsverhältnis zum Kloster platziert worden. Dies konnte anhand einer kumulativen Sichtbarkeitskarte überprüft werden. Die Berechnungen wurden auf Basis eines von den ALS-Daten abgeleiteten Geländemodells mit zwei Metern Auflösung durchgeführt. Dabei wurden Beobachter- und Zielhöhe mit jeweils 1,5 m (Augenhöhe) angegeben. Dadurch ist Intervisibilität gegeben: Die Sichtbarkeitskarte zeigt einerseits an, welche Bereiche von allen Eremiteien aus gesehen werden

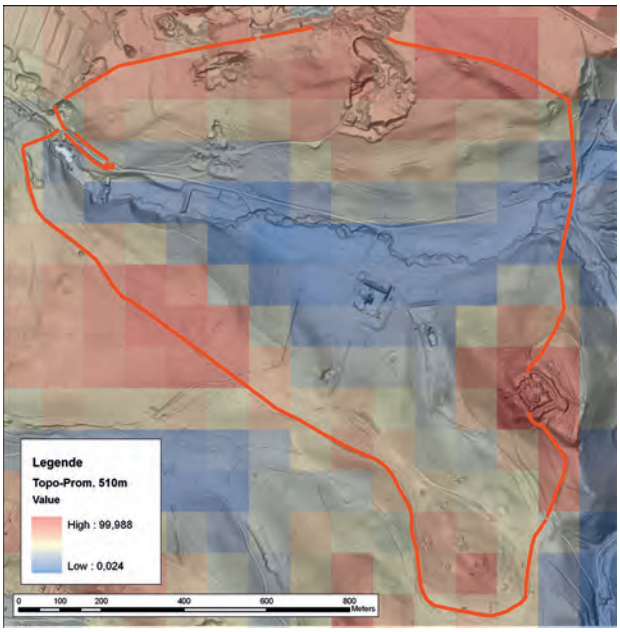


Abb. 215: St. Anna in der Wüste: Kartierung der topografischen Prominenz (Radius: 510 m) mit einer Rasterweite von 10 m. (Grafik: Michael Doneus).

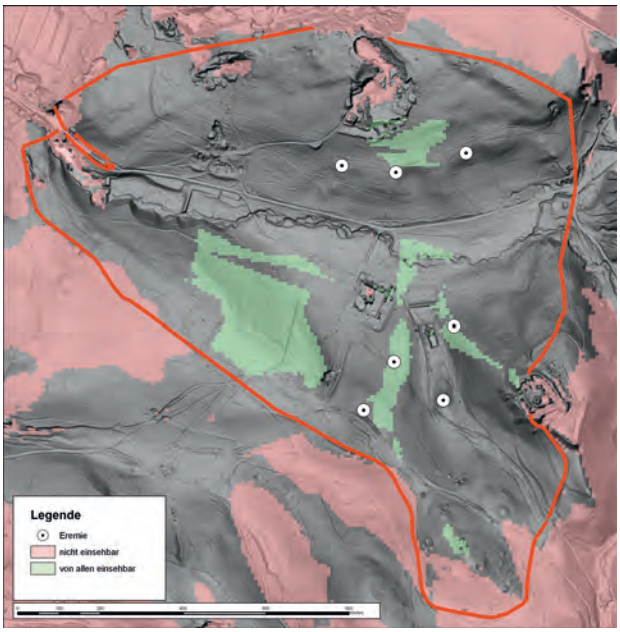


Abb. 216: St. Anna in der Wüste: von den sieben Eremiteien aus gerechnete kumulative Sichtbarkeitskarte (Standpunkt- und Zielhöhe je 1,5 m). Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

können. Zugleich kann in diesem Fall der Umkehrschluss angenommen werden, dass alle Eremiteien von den als sichtbar ausgewiesenen Gebieten aus auch einsehbar sind. Diese Aussage wäre im Fall einer angenommenen Zielhöhe auf Bodenniveau (0 m) nicht anwendbar (vgl. Gillings, Wheatley 2001, 32).

Die kumulative Sichtbarkeitskarte ist auf Abb. 216 dargestellt. Aufgrund der einfacheren Interpretierbarkeit wurden lediglich der von allen sieben Eremiteien einsehbare Bereich (in Grün) und das nicht einsehbare Gebiet (in Rot) dargestellt. Dabei zeigt sich, dass neben größeren Bereichen der Wiese und des nördlichen Waldes auch Teile des Klosters und der Kirchturm tatsächlich von allen Eremiteien aus sichtbar waren. Es zeigte sich jedoch noch ein anderes Phänomen: Der nicht einsehbare Bereich deckt sich bis zu einem gewissen Grad mit dem Mauerverlauf.

Diese Erkenntnis war in der Folge Ausgangspunkt für weitere Tests mit Sichtbarkeit. Durch eine Begehung der Mauer konnte deren Höhe abschnittsweise vor Ort gemessen und in das aus den ALS-Daten abgeleitete Geländemodell mit 2 m Rasterweite eingearbeitet werden. Es zeigte sich letztendlich, dass eine von der Kirchturmspitze der Klosteranlage gemessene Sichtbarkeitskarte mit einer Zielhöhe von 1,5 m den Mauerverlauf fast exakt nachzeichnet (Abb. 217). Selbst die auffällig von einer eventuellen Herzform abweichende Ausbuchtung scheint damit erklärbar, da sich auch hier der Bereich erstreckt, in von welchem aus man die Kirchturmspitze sehen könnte.

Der Mauerverlauf ist somit aus dem Wunsch der völligen Isoliertheit von der „umgebenden Welt“ zu erklären, was sich gut mit den schriftlichen Informationen zur Präferenz der Karmeliten deckt. Wie man den die Klosteranlage einsehbaren Bereich so genau abstecken konnte, ist von unserer Warte aus nicht eindeutig erklärbar. Die schriftlichen Quellen geben darüber keine Auskunft. Denkbar wären die Ausholzung von Sichtbarkeitsschneisen durch den das Kloster umgebenden Wald und Absteckung von „Eckpunkten“ entlang welcher die Mauer in der Folge geführt wurde. Eine andere Möglichkeit wäre das nächtliche Ausstecken mit Hilfe von Leuchtfeuern. Denkbar wäre auch eine einfache Regel, welche sich mit unseren Beobachtungen vor Ort deckt: Danach wurde die Mauer soweit möglich nicht auf den Hügelkuppen, sondern aus Sicht des Klosters mit gewissem Abstand dahinter errichtet.

Es konnte in diesem Beispiel gezeigt werden, dass der Anlage des Klosters und seiner Eremiteien eine Reihe von Entscheidungen vorausgingen, welche als im sozialen Kontext der Karmeliter völlig rational zu bezeichnen sind: Es standen mindestens zwei Standorte (Walpersbach im Traisental und Mannersdorf am Leithagebirge) als Alternativen zur Auswahl, wobei offensichtlich jener gewählt wurde, der versteckter gelegen war. Zudem wurde das Areal von einer Mauer begrenzt, welche zugleich das Gebiet, von dem aus

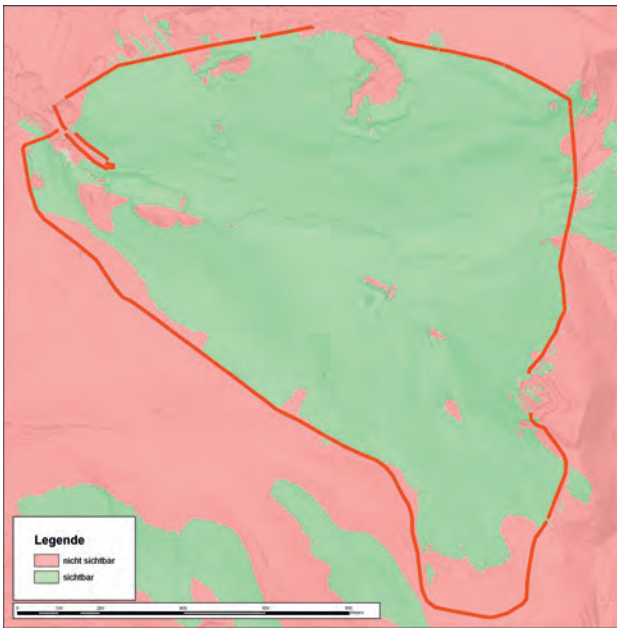


Abb. 217: St. Anna in der Wüste: von der Kirchturmspitze gerechnete Sichtbarkeitskarte auf Basis des aus ALS-Daten abgeleiteten DGM (2 m Rasterweite) und einer Zielhöhe von 1,5 m. Die Begrenzungsmauer der Klosteranlage ist als rote Linie eingezeichnet (Grafik: Michael Doneus).

die Klosterkirche sichtbar wäre, nach außen hin abriegelte. Dadurch war eine völlige visuelle Isolation gewährleistet. Der Mauerverlauf erscheint demnach ebenfalls nach rationalen Prinzipien geplant, wobei so hohe Kosten in Kauf genommen wurden, dass die Errichtung fast eineinhalb Jahrhunderte in Anspruch nahm.

Der bis heute überlieferte Name der Kleinlandschaft „Wüste" stimmt sich somit weitgehend mit dem dahinter stehenden Konzept der Eremitei überein (Nauroy 2003): Die ursprüngliche Weltabgeschiedenheit der „Wüstenväter" des 4. und 5. Jahrhunderts n. Chr. erfuhr mit der Ausbreitung des Eremitentums auf andere Teile der christianisierten Welt eine Adaptierung, wobei insbesondere die „Wildnis" bewaldeter Gebiete zur Adaptierung des Wüstenkonzepts herangezogen wurden (Evans 2004, 78). Dies gilt auch für die zahlreichen Einsiedeleien, die ab dem Frühmittelalter in zahlreichen Regionen Europas entstehen und bevorzugt in leicht abseits gelegenen Tälern, zumeist aber mit guter Wasserversorgung und Weganbindung, gegründet wurden und in vielen Fällen Zielpunkt regionaler wie überregionaler Wallfahrten wurden (Wand 1993, 72–79). In unserem Zusammenhang erscheint von Bedeutung, dass insbesondere in Großbritannien Kartausen und andere Klöster mit Vorliebe für rückgezogene Standortwahl von Adeligen auf Flächen ehemaliger Tiergärten gestiftet wurden (Evans 2004, 79). Tiergärten dienten als exklusive Orte adeliger Selbstdarstellung ebenfalls der sozial motivierten räumlichen Segregation (Beglane 2010; Creighton 2009, 122–166; Creighton 2002, 188–193; Pluskovski 2002) und waren daher für die Standortwahl von Orden mit entsprechender institutioneller Logik bestens geeignet. Die Lage vergleichbarer mittelalterlicher Tierparks in der feuchten Talaue unterhalb der Burg lässt sich auch in Österreich aufgrund von Flurnamen und vereinzelten Schriftquellen erschließen (Kühtreiber 2004) und ist ökologisch wie auch topografisch gut mit dem durch die Eremitei sekundär überprägten Dominikalgut der Burg Scharfeneck vergleichbar. Auch wenn hier mangels Schriftquellen und archäologischer Grabungen der Beweis dafür fehlt, so fällt ein weiterer ideologischer Bezugsrahmen zwischen der „Wüste" und den (mittelalterlichen) Tierparks auf: In beiden Konzepten spielt die Zähmung der (natürlichen) Wildnis durch Kolonisation eine zentrale Rolle: Während die Zähmung der „wilden Tiere" sich hier als Aufgabe des Adels darstellt, ist die Rückführung der „Wüste" in den „Garten Eden" durch Landschaftsgestaltung wie auch im Metaphorischen eine christliche Zivilisationsleistung (Evans 2004, 78). Deshalb besteht zwischen dem asketischen Anspruch der Ordensregeln und der Landschaftsgestaltung, welche Anklänge an das mittelalterliche Konzept des locus amoenus zeigt (Thoss 1972; Schulze-Belli 2007), ein spannungsgeladener Kontrast (vgl. Brunner 2000, 29): Die vom „Jordan" (so wurde der Arbach wird von den Karmeliten benannt) durchflossene Wüste wird durch Arbeit fruchtbar und zu einem neuen „Garten Eden" gemacht (vgl. Evans 2004, 79).

Zum Abschluss stellt sich vor allem in Hinblick auf die Landschaftsarchäologie die eingangs aufgeworfene Frage, ob man in diesem speziellen Fall auch ohne schriftliche Quellen zu einem ähnlichen Ergebnis verstehender Erklärung kommen könnte. Diese Frage lässt sich bejahen. Selbst ohne Kenntnis des sozialen Kontextes könnte man aufgrund der totalen Sichtbarkeit und topografischen Prominenz auf eine bewusst gewollte Isolation schließen. Der Grund dafür wäre jedoch ohne die uns zur Verfügung stehende Information aus den schriftlichen Überlieferungen ungleich schwieriger anzugeben. Zurückgezogenheit und Nicht-Gesehen-Werden können, um nur einige Beispiele zu nennen, religiös motiviert sein, aus einem Schutzbedürfnis heraus resultieren, eine bewusste soziale Distanz zur politischen Elite oder zu Untergebenen zum Ausdruck bringen, oder durch Machthaber aufgezwungen sein. Die Entscheidung für eine der möglichen Begründungen kann daher nicht aus einer topografischen GIS-Analyse selbst erfolgen, sondern muss die verfügbare Information zum sozialen Kontext in die Interpretation mit einbeziehen.

Teil 6 – Zusammenfassung und Literatur

18. Zusammenfassung

18.1 Landschaft und Landschaftsarchäologie

Landschaftsarchäologie ist als Überbegriff einer räumlichen archäologischen Disziplin erstmals in den frühen 1970er Jahren in Großbritannien formuliert worden. Die damit verbundenen Konzepte haben sich durch die Zeit stark verändert und es verwundert nicht, dass die mittlerweile weltweite Anwendung der Landschaftsarchäologie den ihr zugrunde liegenden Begriff „Landschaft" je nach Region, Sprachraum bzw. archäologischer Schule unterschiedlich auslegt – etwa als Territorium, Natur, Umwelt, wahrgenommene Umwelt oder gesellschaftlich konstruiertes Konzept.

Im deutschsprachigen Raum wurde Landschaftsarchäologie vor allem in den letzten Jahren ein beliebter Begriff und verstärkt Titel räumlicher archäologischer Analysen. Die landschaftsarchäologischen Arbeiten zeigen eine starke Verwurzelung in der Siedlungsarchäologie, welche neben der antiquarischen Beschäftigung mit Typologie und Chronologie seit den 1930er Jahren die zweite Säule der deutschen archäologischen Schule darstellt und spätestens seit den 1960er Jahren umweltarchäologische Themen und Methoden integriert. Durch die implizite Gleichsetzung von Landschaft mit Umwelt ist die von Jens Lüning für den deutschen Sprachraum konzipierte und von Christoph Schade inhaltlich umschriebene Landschaftsarchäologie empirisch. Die dadurch möglichen Aussagen müssen sich daher auf ein Beschreiben materieller Gegebenheiten, ein Erklären von archäologisch-geografischen Zusammenhängen und eine Rekonstruktion vergangener Zustände beschränken.

Will man diese in ihren Aussagemöglichkeiten limitierte Sichtweise überwinden, bedarf es einer grundlegenden Reflexion des zugrunde liegenden Begriffs der Landschaft. Dieser war bereits zuvor in der geografischen Wissenschaft Bindeglied zwischen der physischen und der Humangeografie gewesen, konnte jedoch nie befriedigend definiert werden und verlor dadurch seine zentrale Stellung in den 1970er Jahren – just zu dem Zeitpunkt, als er in der Archäologie aufgegriffen wurde. Hauptverantwortlich für das Scheitern unzähliger Definitionsversuche ist der Umstand, dass Landschaft zumeist mit dem Ausschnitt eines Realraums gleichgesetzt wurde. Landschaft ist jedoch mehr als eine räumliche materielle Ansammlung von physischen und kulturellen Strukturen. Dies lässt sich daran erkennen, dass die meisten von uns eher geneigt sind, beim Begriff „Landschaft" an eine „gepflegte, aber scheinbar unberührte Natur" zu denken als an rauchende Fabrikschlote, Kohlegruben oder Baukräne.

Innerhalb der Umwelt erhalten bestimmte topografische Begebenheiten individuelle Bedeutung. Diese kann durch prägnante natürliche Elemente oder mit ihnen in Bezug gebrachte Ereignisse entstehen und innerhalb einer Gruppe tradiert werden: Aus einem Platz wird ein Ort, mit Namen, Geschichte und Sinn versehen, von Wertvorstellungen geprägt und ins Weltbild integriert. In jeder beliebigen Region gibt es eine unbestimmte Anzahl von Orten mit unterschiedlichen Bedeutungen, welche etwa für ein Individuum, eine soziale Gruppe oder die ganze Gesellschaft relevant sein können, vielfach historisch tradiert sind und sich durch die Zeit verändern. Durch die Vermittlung der Orte wird eine Umwelt mit ihrem natürlich vorgegebenen und durch den Menschen geprägten Erscheinungsbild zur Landschaft. Landschaft geht also über den Begriff „Umwelt" hinaus; sie ist die wahrgenommene und durch Orte strukturierte Umwelt, welche zwar physisch real existiert, aber auch Teil des individuellen kognitiven bzw. Anschauungsraums ist und dort in sich ständig ändernden kognitiven Karten dargestellt wird.

Die Landschaft basiert auf einer materiellen Grundlage, die von der Natur vorgegeben und vom Menschen gestaltet wird und im sogenannten Realraum organisiert ist. Man kann sie auch als die physische und kulturelle Struktur einer Landschaft bezeichnen. Dieser Realraum wird durch unsere Wahrnehmung und Vorstellung im Anschauungsraum unseres Bewusstseins abgebildet. Dort bekommt der von uns erfahrene Realraum eine Bedeutung, indem er ausschnitthaft, selektiert, ideologisch gefärbt und verzerrt abgebildet wird. Die Landschaft wird also von ihren Bewohnern im Anschauungsraum mit Bedeutung belegt.

Landschaft ist somit beides: Realraum und Anschauungsraum, und hat als solches sowohl materielle als auch immaterielle Aspekte. Die materielle Grundlage bildet zunächst die physische Struktur, welche sich aus den vier Sphären: Atmosphäre (Klima), Lithosphäre (Geologie, Böden und Relief), Hydrosphäre (Flüsse, Grundwasser) und Biosphäre (Tier- und Pflanzenwelt) zusammensetzt. Auch wenn sie getrennt voneinander dargestellt wurden, stehen sie in Wechselwirkung zueinander. Diese führt neben zahlreichen auf unterschiedlichsten räumlichen und zeitlichen Maßstäben wirkenden Faktoren zu einem ständigen Wandel innerhalb der einzelnen Sphären, welcher wiederum nicht isoliert betrachtet werden kann, da sich Veränderungen innerhalb einer Sphäre auch auf alle anderen auswirken. Angesichts dieser Komplexität stehen momentan nur verhältnismäßig simple Modelle zur Verfügung, um die naturräumliche Dynamik einer Landschaft zu erklären.

Die physische Struktur bildet die Lebensgrundlage des Menschen und hat daher eine wichtige Bedeutung für sein Überleben, determiniert aber nicht. Sie stellt Rahmenbedingungen im Sinne von Möglichkeiten aber auch Einschränkungen für sein Denken, Entscheiden und Handeln. Letztendlich ist es aber der Mensch, welcher eine Handlungsalternative auswählt, wobei ihm technisches Knowhow eine gewisse Unabhängigkeit von den vorgegebenen Einschränkungen der physischen Struktur ermöglicht. Dabei wird er mindestens ebenso stark von den vier Sphären der Gesellschaft, welche hier in Anlehnung an die Soziologie als wirtschaftlich, sozial, politisch und historisch umschrieben wurden, beeinflusst.

Die kulturelle Struktur der Landschaft, zumeist als Kulturlandschaft bezeichnet, wird auch als „Manifestation des Geistes“, das heißt als materieller Ausdruck kultureller, sozialer oder religiöser Wertvorstellungen bezeichnet. Unter anderem trägt die räumliche Verteilung archäologischer Relikte demnach wirtschaftliche, sozial-religiöse und politische Züge. Die dahinter stehenden Motive sind das eigentliche Moment, welches aus der Umwelt eine Landschaft entstehen lässt und ihr eine kognitive Struktur gibt. Diese ist der immaterielle Aspekt von Landschaft. Ihn zu verstehen ist ein weiterer Teil der Landschaftsarchäologie. Für die kognitive Organisation der Landschaft spielen vor allem natürliche, charakteristische Elemente der physischen Struktur, wie Quellen, Wasserfälle, Findlinge, eigentümliche Bäume oder weithin sichtbare Formationen eine wesentliche Rolle. Sie können jedoch nur dann archäologisch gedeutet werden, wenn sie durch Niederlegungen, Depots, Felsbilder oder anderweitige Symbole gekennzeichnet sind. Natürliche und kulturelle Landschaft können jedenfalls nicht isoliert voneinander betrachtet werden.

18.2 Siedlungs-, Umwelt und Landschaftsarchäologie

Innerhalb der räumlichen Archäologie haben sich mit Siedlungs-, Umwelt- und Landschaftsarchäologie drei Zugänge herauskristallisiert, welche die gesamte Bandbreite der möglichen Themen und Methoden räumlicher Untersuchung abdecken. Die Abgrenzung zwischen Arbeiten aus den drei Gebieten fällt nicht immer eindeutig aus. Neben zahlreichen Gemeinsamkeiten (räumliche Fragestellungen, die Beziehung zwischen Mensch und Umwelt, Methoden der Geoarchäologie, räumliche Analyseverfahren sowie GIS) ergeben sich vor allem im zugrunde liegenden Raumkonzept sowie der Schwerpunktsetzung Unterschiede.

Siedlungsarchäologie, als Erforschung der Organisation und Struktur von Ansiedlungen und Besiedlung im regionalen Vergleich und historischen Verlauf untersucht in erster Linie die kulturelle Struktur und nutzt dabei hauptsächlich den geometrischen Raum. Die Umweltarchäologie untersucht in erster Linie den Realraum mit seinen physischen und sozialen Verhältnissen. Zentrales Thema ist die diachrone Erforschung und Rekonstruktion von Mensch-Umwelt-Beziehungen, ihr Wandel und ihre gegenseitige Beeinflussung.

Die Landschaftsarchäologie wird in dieser Arbeit als (Re-)Konstruktion des Zustands und Wandels archäologischer Landschaften bestimmt. Landschaftsarchäologie erweitert daher die Konzepte von Siedlungs- und Umweltarchäologie um den Anschauungsraum, wo sie die wirtschaftlichen, sozialen, religiösen und politischen Konzepte untersucht, welche die kulturelle Struktur des Realraumes entstehen ließen. Gemäß der Begriffsbestimmung von Landschaftsarchäologie lassen sich zwei Bereiche landschaftsarchäologischen Arbeitens herauskristallisieren, welche beide als Landschaftsarchäologie bezeichnet werden und als beschreibend beziehungsweise interpretierend angesprochen werden können.

Bei der beschreibenden Landschaftsarchäologie gilt es zunächst, die physische und kulturelle Struktur der Landschaft zu erkennen, zu beschreiben und ihre vergangenen Zustände zu rekonstruieren, um letztendlich Zusammenhänge zu erkennen und kausal zu erklären. Die darauf aufbauende, interpretierende Landschaftsarchäologie will die hinter den kulturellen Ausprägungen stehenden kognitiven Konzepte herausarbeiten und somit der Landschaft als gedanklichem Konstrukt gerecht werden. Obwohl beide Zugänge wichtig sind und gemeinsam angewandt werden müssen, sind sie dennoch mit unterschiedlichen archäologischen Paradigmen verknüpft und werden häufig unabhängig voneinander beschritten.

18.3 Beschreibung von Landschaft

Alle Sphären lassen sich prinzipiell gut beschreiben und in Form von Karten oder innerhalb geografischer Informationssysteme vektor- oder rasterbasiert darstellen. Die Beschreibung der materiellen Struktur der Landschaft wird aufgrund des in sämtlichen Sphären stattfindenden Wandels erschwert. Dieser vollzieht sich in Form von zahlreichen, in den unterschiedlichsten räumlichen und zeitlichen Maßstäben ablaufenden, sich gegenseitig überlagernden Veränderungen. Zahlreiche verlaufen zyklisch und sind Teil des dynamischen Gleichgewichtes, andere verlaufen linear und führen zu einer dauerhaften, irreversiblen Umgestaltung der physischen Struktur der Landschaft. Für die Beschreibung der materiellen Aspekte von Landschaft hat dies zwei nicht zu vernachlässigende Einschränkungen:

(1) Die einzelnen Sphären lassen sich mit herkömmlichen Methoden, d. h. Karten oder thematischen Ebenen im GIS, nur statisch darstellen.

(2) Eine Übertragbarkeit des heutigen Zustands auf vergangene Verhältnisse ist praktisch in keinem Fall gegeben. Je nach Sphäre, Region, Untersuchungszeitraum und historischer Entwicklung ist der Grad an Veränderung separat zu beurteilen.

Über Proxys und Annahmen können lediglich Näherungswerte für frühere Zustände abgeschätzt werden. Diese sind aufgrund der erlaubten Generalisierung für sehr kleine (kontinental) und aufgrund der unter vertretbarem Aufwand beschaffbaren Proxys für große (Fundstelle) Maßstäbe zuverlässiger als für die dazwischen gelegenen Bereiche siedlungs- und landschaftsarchäologischer Auswertungen. Sind dahingehende Daten nicht vorhanden, muss eine Beschreibung der physischen Struktur von der heutigen Erscheinungsform ausgehen, und bedarf in jedem Fall einer kritischen Reflexion ihrer möglichen Übertragbarkeit auf vergangene Verhältnisse. Je nach Zeitstufe, Gebiet und Fragestellung wird diese anders ausfallen. Gegebenenfalls sind zusätzliche Recherche und naturwissenschaftliche Untersuchungen notwendig. Ist dies nicht möglich, so muss eine fehlende Rekonstruktion als Einschränkung der Aussagekraft der Ereignisse und Interpretationen geltend gemacht werden.

Die kulturelle Struktur kann, sofern sie zuvor erkannt wurde, in Form von Fundstellen diskretisiert beschrieben werden, wobei dieser Arbeit eine von Wolfgang Neubauer vorgestellte, universell gültige Definition zugrunde liegt: die Fundstelle als räumlich begrenzte, durch den Menschen oder durch menschliche Einwirkung entstandene archäologische Stratifikation. Je nach Maßstab lässt sie sich punktuell, durch Umgrenzungspolygone oder in Form interpolierter Dichtekarten (Fundstellen, Artefakte etc.) darstellen und in ein GIS übernehmen.

18.4 Prospektion und Landschaftsarchäologie

Ein wichtiger Faktor jeder landschaftsarchäologischen Auswertung ist das Wissen um die kulturelle Hinterlassenschaft des Menschen. Diese ist – wie jedem Archäologen nur allzu schmerzlich bewusst sein wird – nicht einmal annähernd vollständig überliefert. Wir können bei sämtlichen Analysen nur von dem schwer zu quantifizierenden Bruchteil davon ausgehen, was uns bekannt ist. Einen essenziellen Part der Landschaftsarchäologie müsste daher die archäologische Prospektion erfüllen. Nur durch sie können die Archäologen einen Großteil der ober- oder untertägig vorhandenen archäologischen Hinterlassenschaft erkennen und kartieren. Da eine vollständige Erfassung fern jedes realistischen Szenarios liegt, wäre es für landschaftsarchäologische Analysen – egal ob kulturhistorisch, prozessual oder post-prozessual – wichtig, einen möglichst repräsentativen chronologischen und funktionalen Ausschnitt der ehemaligen Aktivitätszonen zu erhalten. Dabei ist Folgendes zu bedenken:

Im Gegensatz zur häufig punktuell betrachteten Verteilung von Siedlungen und Bestattungen muss man von sogenannten Gemeinschaftsräumen ausgehen. Diese beinhalten neben der Ansiedlung den gesamten von den Bewohnern auf unterschiedlichste Weise genutzten umliegenden Bereich, und beinhalten somit sämtliche Zonen menschlicher Aktivitäten.

- Nicht alle Aktivitäten haben Spuren in Form von Fundniederschlägen, Strukturen oder chemischen Veränderungen des oberflächennahen Bodens hinterlassen.
- Nicht alle Spuren menschlicher Aktivitäten haben sich bis heute überliefert.
- Die überlieferten Spuren ehemaliger Aktivitäten treten stratifiziert auf und lassen sich dadurch räumlich begrenzen und durch eine stratigrafische Ausgrabung nachweisen.
- Stratifikationen sind niemals abgeschlossen. Sie werden durch natürliche Prozesse und menschliche Tätigkeiten ständig in unterschiedlichem Ausmaß verändert. Es kommt dabei zu selektiver Zerstörung, Verlagerung, Sortierung sowie Einflüssen auf ihre Sichtbarkeit und Erkennbarkeit.

Stratigrafische archäologische Ausgrabung und entsprechende Probenentnahmen liefern die besten Informationen zu Datum, Funktion und Abgrenzung ehemaliger Aktivitätszonen sowie zu deren Umwelt. Grabungen können mit vertretbarem Aufwand, jedoch nicht über größere Gebiete durchgeführt werden. Die Untersuchung eines Gemeinschaftsraumes und darüber hinausgehender Flächen bedarf daher der archäologischen Prospektion, d. h. Methoden und Verfahren, die dazu dienen, zerstörungsfrei großflächig Informationen zur archäologischen Hinterlassenschaft und ihrer Umwelt zu gewinnen.

Zu den momentan wichtigsten Methoden gehören die Oberflächenbegehung, Luftbildarchäologie, flugzeuggetragenes Laser-Scanning sowie chemische und geophysikalische Prospektion. Ihr landschaftsarchäologischer Beitrag wird jedoch höchst unterschiedlich bewertet. Die Feldbegehung ist in praktisch allen Arbeiten wichtigste Informationsquelle. Zahlreiche Analysen stützen sich ausschließlich auf Ergebnisse systematischer oder unsystematischer Begehungsprojekte, und das, obwohl sie die methodisch wohl problematischste Prospektionsmethode ist. Auch wenn sie aufgrund ihrer chronologischen Aussagemöglichkeiten wichtig erscheint, müssen Analysen, welche ausschließlich auf Begehungsfunden beruhen, als höchst problematisch betrachtet werden.

Das wohl wichtigste Potenzial für eine detaillierte, großflächige Erfassung archäologischer Strukturen hat momentan mit Sicherheit die geophysikalische Prospektion. Mit ihren Teildisziplinen können selbst einzelne, im Boden verrottete Pfosten entdeckt oder die vertikale Ausdehnung archäologischer Strukturen beurteilt werden. Auch sie hat jedoch methodische Probleme und kann nicht in allen Fällen zufriedenstellende Resultate liefern. Für eine landschaftsarchäologische Anwendung bedarf es vor allem neuer Systeme, mit welchen große Gebiete mit vertretbarem zeitlichen und finanziellen Aufwand systematisch gemessen werden können. Solche Gerätschaften und Verfahren sind momentan bereits in Vorbereitung. Da mit ihnen eine Messung sogenannter Off-Site-Areale durchführbar wird, dürfte die geophysikalische Prospektion in Zukunft vielerorts völlig neue Erkenntnisse bringen und mit Sicherheit ein unverzichtbarer Bestandteil landschaftsarchäologischer Projekte werden.

Die chemische Prospektion führt momentan ein Schattendasein, und das mit Sicherheit zu Unrecht. Ihre Aussagemöglichkeiten reichen von der Abgrenzung ehemaliger Aktivitätszonen bis zu deren funktionaler Interpretation. Im Sinne der Landschaftsarchäologie erscheint vor allem wichtig, dass selbst Aktivitätszonen, welche keinerlei Funde oder Strukturen hinterließen, aufgrund der im Boden erhaltenen chemischen Spuren erkennbar sind. Das größte Problem liegt jedoch in der für sich genommen schwierigen Interpretation der Ergebnisse, welche erst im Zusammenhang mit anderen Prospektionsmethoden gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Flugzeuggetragenes Laser-Scanning ist die jüngste der hier behandelten Methoden und hat in den wenigen Jahren seit seiner Einführung sein großes Potenzial zur archäologischen Erkundung von Waldgebieten bereits deutlich unter Beweis gestellt. Höhenunterschiede, welche vor Ort praktisch nicht zu erkennen sind, können mit seiner Hilfe vermessen und in Form von digitalen Geländemodellen und seiner Ableitungen grafisch dargestellt werden. Es lassen sich damit aber nur jene Strukturen entdecken, welche sich im Geländerelief abzeichneten und bis heute erhalten haben.

Besonderer Raum wurde der Luftbildarchäologie gewidmet. Ihr Stellenwert scheint höchst unterschiedlich beurteilt. Ihre Bewertung reicht von einem wichtigen Hilfsmittel zur Entdeckung von Fundstellen bis zu ihrer Ablehnung, da sie eine chronologisch einseitige Auswahl an Fundstellen biete. Letzteres Argument konnte im Rahmen dieser Arbeit widerlegt werden. Anhand von zwei dargestellten Projekten wird dargestellt, dass nur durch die Luftbildarchäologie großflächiges landschaftsarchäologisches Arbeiten möglich wird: Sie ist die derzeit einzige Methode, welche mit vertretbarem Aufwand Flächen von 100 km² und mehr untersuchen kann und dabei Ergebnisse auf unterschiedlichen Maßstabsebenen liefert – von der Fundstellenverteilung bis zur einzelnen Struktur. Wichtig erscheint, dass auch Strukturen ohne an der Oberfläche abgelagerte Funde entdeckt werden können. Dieser Umstand ist vor allem bei der Erkundung von Bestattungsplätzen wichtig. Während bei fast allen auf Feldbegehungen beruhenden Projekten die meisten Fundstellen als Siedlungen angesprochen werden, kam in einem hier vorgestellten luftbildarchäologischen Projekt ein Bestattungsplatz auf zwei Siedlungen. Zudem lassen sich großflächige Strukturen, wie Flursysteme, Straßenverläufe, aber auch umweltbezogene Merkmale, wie Paläomäander dokumentieren. Der wohl wichtigste Aspekt ist jedoch, dass all diese Information in Karten mit einer Genauigkeit von typischerweise ± 1,5 Metern umgezeichnet werden und somit detaillierte Informationen zu den kulturellen und physischen Strukturen eines großen Gebietes vorliegen können.

Aber auch die Luftbildarchäologie hat methodische Probleme und kann längst nicht in allen Bereichen gewinnbringend eingesetzt werden. Zudem müssen verstärkt Abdeckungen des Arbeitsgebietes durch eigens hergestellte Senkrechtaufnahmen in landschaftsarchäologischen Projekten durchgeführt werden, da nur so eine systematische Interpretation des gesamten Projektgebietes gewährleistet wird.

Die Diskussion der einzelnen Prospektionsmethoden hat gezeigt, dass so gut wie alle fundstellenbezogen eingesetzt werden und keine von ihnen in der Lage wäre, lückenlose Informationen zur archäologischen Hinterlassenschaft zu liefern. Für einen sinnvollen Einsatz im Zuge landschaftsarchäologischer Projekte bedarf es daher einiger grundlegender Anpassungen gegenwärtiger Gepflogenheiten:

Prospektion muss räumlich großflächig eingesetzt werden. Das noch immer vorherrschende fundstellenbezogene Denken ist landschaftsarchäologisch nicht vertretbar.

Dazu gehört auch, dass natürliche Elemente, wie zum Beispiel Paläomäander dokumentiert werden müssen. Dies gilt vor allem für die Luftbildarchäologie: Dort werden traditionell vor allem archäologische Fundstellen auf Schrägaufnahmen abgebildet. Zudem gibt es nur wenige Interpreter, welche im Luftbild sichtbare unterschiedliche geologische Verhältnisse oder Bodentiefen in den archäologischen Plan integrieren.

Eine kombinierte Anwendung erscheint weiters als der einzig gangbare Weg, um eine halbwegs fundierte Grundlage für landschaftsarchäologische Fragestellungen zu erhalten. Aber auch diese wäre mit Sicherheit nicht vollständig, da sich manche Fundstellen erst in einer wiederholten Anwendung zeigen und es Gebiete gibt, in welchen keine der zum gegenwärtigen Zeitpunkt bekannten Methoden Erfolg haben würde (etwa Kolluvien, im Relief eingeebnete Strukturen im Wald etc.).

Zu Bedenken ist außerdem, dass durch Prospektion prinzipiell nur Aussagen zum Vorhandensein einer archäologischen Hinterlassenschaft getätigt werden können. Es gibt momentan keine einzige Methode, anhand deren Ergebnisses man dezidiert aussagen könnte, dass an einer bestimmten Stelle keine archäologische Hinterlassenschaft existiert.

Sämtlicher Prospektionsmethoden können aufgrund von Messung oder Visualisierung unterschiedlichster Kontraste auf eine zugrunde liegende Stratifikation schließen, diese räumlich abgrenzen und aufgrund ihres Grundrisses oder der oberflächlich gelegenen Funde funktional und bisweilen auch chronologisch interpretieren. Die Beschreibung der Stratifikation kann erst durch eine entsprechende Ausgrabung erfolgen. Dadurch ist es einer Prospektion prinzipiell unmöglich, fundierte Aussagen zum ursprünglichen Zustand der Hinterlassenschaft zu machen (z.B. liegen die Oberflächenfunde in annähernder Originallage? Hat die Siedlung eine frühere Fundstelle zerstört?).

Den verstehenden Ansatz von Landschaftsarchäologie betreffend kann der veränderte, zweidimensionale, distanzierte, abstrakte Blickwinkel zwar zum Erkennen von Zusammenhängen führen. Die Relevanz für den (prä-) historischen Menschen ist dadurch jedoch noch nicht gegeben. Prospektion allein macht noch keine Landschaftsarchäologie aus. Sie liefert wichtige Grundlagen, welche jedoch einer eingehenden landschaftsarchäologischen Interpretation bedürfen.

18.5 Methoden der Auswertung in der Landschaftsarchäologie

In den letzten Jahrzehnten sind zahlreiche Versuche unternommen worden, Landschaften und die darin vorkommenden archäologischen Überreste zu beschreiben, Zusammenhänge zu erklären und die dahinterliegenden Konzepte zu interpretieren und zu verstehen. Dabei werden je nach Paradigma unterschiedliche Prämissen vorweggenommen, jeweils andere Faktoren berücksichtigt und unterschiedliche Erklärungsmodelle herangezogen.

Das beschriebene Methodenspektrum reicht von Verbreitungskarten und Vorhersagemodellen über räumlich-statistische Methoden der Analyse zur Inkorporierung von Aspekten der Wahrnehmung. In diesen Bereichen hat GIS mittlerweile eine Schlüsselrolle eingenommen. Daneben hat sich in den letzten Jahrzehnten eine Forschungsrichtung entwickelt, welche sich dem Individuum und seiner vergangenen Landschaft über die persönlich gefärbte Interpretation nähern will und die Nutzung des geometrischen Raumes (und damit verbunden die Nutzung von Verbreitungskarten, räumlichen Analysemethoden und GIS) zum größten Teil ablehnt.

Abgesehen von dieser Extremposition nimmt heute GIS eine zentrale Rolle in der Landschaftsarchäologie ein: Physische Struktur, materielle Aspekte der kulturellen Struktur, aber auch einige kognitive Faktoren lassen sich vektor- oder rasterbasiert darstellen, kombinieren und miteinander verarbeiten. GIS ist daher ein großartiges Analysewerkzeug, welches sich hervorragend zur explorativen Datenanalyse eignet, da es komplexe Abfragen erlaubt und dabei hilft, Zusammenhänge erkennbar zu machen. GIS ist jedoch nur eines von vielen möglichen Werkzeugen für den Archäologen.

Die mit GIS verbundenen Gefahren machten sich jedoch auch relativ rasch bemerkbar: Was nicht digitalisiert, georeferenziert oder modelliert werden kann, wird von den Analysen ausgeschlossen und ignoriert. Dies führte vor allem im Zusammenhang mit der Archäoprognose zu einer neuen Hochblüte des Ökodeterminismus. Dieser ist jedoch eine intellektuelle Sackgasse. Er mag für Fragestellungen, welche mit einer Beschreibung der archäologischen Fundlagen auskommen (etwa bei Prognosekarten im Rahmen des Denkmalschutzes) ausreichend erscheinen – für ein Erklären oder gar Verstehen einer archäologischen Landschaft ist er es mit Sicherheit nicht.

GIS-Anwendungen können nur so erfolgreich sein, wie es das Konzept des Anwenders zulässt. Wichtiger als die Methoden sind daher die Fragestellungen, die wir mit ihnen untersuchen und beantworten wollen. Hauptproblem ist dabei, dass der Archäologe selbst nicht mehr Teil der von ihm untersuchten, vergangenen Landschaft ist. Er ist als Outsider konfrontiert mit einer modernen, ihm mehr oder weniger zugänglichen, sich ständig verändernden Landschaft. Was der Archäologe daher zunächst tun kann und muss, ist Beobachten und das Beobachtete beschreiben

und interpretieren. Im Rahmen der letzten Jahrzehnte haben sich dabei zwei Ansätze herauskristallisiert, welche mit unterschiedlichen Begriffspaaren, wie „erklärend – verstehend", „etisch – emisch", „Outsider – Insider", „building – dwelling" oder „explizit – inhärent" betitelt wurden. Sie sind Ausdruck unterschiedlicher archäologischer Traditionen und unterscheiden sich vor allem in der Bewertung des Verhältnisses zwischen Mensch und physischer Struktur.

Die kulturhistorisch geprägte Archäologie, welche von räumlich abgegrenzten, einheitlichen, aufgrund von bestimmten Artefakttypen beschreibbaren Kulturen / Ethnien ausgeht, übernimmt dieses Credo auch in die Siedlungs- und Landschaftsarchäologie: Standortbedingungen von (zumeist) Siedlungen werden klassifiziert, typologisiert und über weite Räume miteinander verglichen. Man geht also davon aus, dass eine Kulturgruppe nicht nur einheitliche Artefakte herstellt, sondern auch gemeinsame Bedingungen an die Umwelt stellt. Die Möglichkeit der Entscheidungsfreiheit einzelner Individuen wird nicht berücksichtigt. Änderungen eines Siedlungsmusters werden mit Ereignissen (etwa einem Wandel von Umweltbedingungen, Katastrophen, äußere Einwirkungen) in Verbindung gebracht und häufig als Migration gedeutet.

Für Funktionalismus und Prozessualismus stellt Kultur eine (technologische) Anpassungsform an die räumlich und zeitlich vorherrschenden Umweltbedingungen dar: Durch Nutzung neuer Werkstoffe und Erfindung neuer landwirtschaftlicher Geräte und Techniken reagiert der Mensch auf Veränderungen der Umweltbedingungen. Nicht die Bedeutung, sondern die Funktion einer „Landschaft" steht im Zentrum des Interesses. Kulturen werden als Systeme, Veränderungen als Prozesse aufgefasst. Der Wissenschaftler ist objektiver Betrachter, der die komplexen, in sich verschachtelten Systeme und Prozesse durch vereinfachende Modelle erklärt.

Sowohl kulturhistorische, als auch prozessuale Archäologie erklären räumliche Sachverhalte von ihrer Grundtendenz her ökodeterministisch. Es werden von beiden – wenn auch aus unterschiedlichen Motiven – Gesetzmäßigkeiten für die Standortwahl (prä-)historischer Siedlungen erarbeitet. Umwelt wird dabei zumeist als die Möglichkeiten der Platzwahl einschränkend gesehen. Die häufig beobachteten Parameter, wie Nähe zu Wasser, gute Böden, eine geringe Hangneigung, etc., werden im Sinne einer auf Gewinnmaximierung basierenden Denkweise interpretiert und die physische Umwelt als wichtigster Faktor für die kulturelle Struktur der Landschaft betrachtet.

Diese Sichtweise wird dem Menschen als aktives, individuell sowie sozial denkendes und handelndes Wesen nicht gerecht. Der Postprozessualismus platziert den Menschen als aktiv handelndes Individuum im Spannungsfeld zwischen gesellschaftlicher Norm und persönlicher Entscheidungsfreiheit. Umwelt ist nicht beschränkend, sondern bietet Möglichkeiten an; sie hat Bedeutung und wird zur im Anschauungsraum mittels kognitiver Karten strukturierten Landschaft. Der Wissenschaftler sollte sich nicht mit der Rolle des außenstehenden Beobachters begnügen, sondern versuchen, diese Bedeutung und die dahinter liegenden Wertvorstellungen zu verstehen. Physische und kulturelle Struktur wird nicht mehr als sich bedingende Dichotomie, sondern als Einheit gesehen. Die kulturellen Äußerungen des Menschen gehen also über ein bloßes Reagieren auf seine natürliche Umwelt hinaus – sie geben der scheinbar chaotischen Umwelt Sinn und Struktur. Die strukturgebenden, gestaltenden Eingriffe in die Landschaft entspringen unterschiedlichen Beweggründen, wobei sich in erster Linie wirtschaftliche, soziale, religiöse und politische Motive erkennen lassen. All dies findet im Anschauungsraum statt und lässt sich entsprechend schwer in einem kartesischen, geometrischen Raum abbilden.

In der Landschaftsarchäologie stehen sich mit Prozessualisten und Postprozessualisten somit zwei Lager gegenüber, deren Kluft unüberwindbar scheint. Im Endeffekt nutzen beide Modellvorstellungen, um der komplexen, von vielen Faktoren abhängigen, sich ständig verändernden Realität beizukommen. Im Prozessualismus konzentriert man sich auf eine Algorithmisierung der Realität. Man versucht, die für ein Verbreitungsmuster verantwortlichen Prozesse zu erklären und verwendet dazu Analogien aus der physikalisch-mathematischen Welt. Deren nomologische, auf universell gültigen und unveränderlichen Gesetzen aufbauende Realität (vgl. Schülein, Reitze 2005, 201) ist jedoch eher theoretischer Natur und kommt einem Abbild des Realraums nicht sehr nah. Eine Reduzierung der Verbreitungsmuster auf Modelle mit einigen wenigen Parametern, welche mit Algorithmen berechenbar gemacht werden, verallgemeinert das Spezielle und stellt eine grobe Vereinfachung der komplexen Wirklichkeit dar (Schülein, Reitze 2005, 207). Postprozessualisten sehen Verbreitungsmuster als Ereignisse aus individuellen Entscheidungen und versuchen diese zu verstehen. Dabei müssen auch sie die Realität vereinfachen, da es unmöglich erscheint, sämtliche relevante Faktoren in gleicher Weise zu berücksichtigen. Letztendlich muss der Postprozessualist sich subjektiv für einen der vielen möglichen Blickwinkel entscheiden und somit bewusst auf andere Möglichkeiten verzichten.

Beide Zugänge weisen Schwachpunkte auf, welche jedoch nur allzu oft nicht kompensiert werden. Es stellt sich daher die Frage, ob bzw. inwieweit man dem Konzept einer

Landschaft als Anschauungsraum in der Archäologie unter Beibehaltung wissenschaftlicher Grundprinzipien (vor allem dem der intersubjektiven Nachvollziehbarkeit) überhaupt gerecht werden kann. Hierzu gibt es unterschiedliche Ansätze. Zum Teil können Aspekte der Wahrnehmung in räumliche Analysen integriert werden: Im Zuge des Aufkommens postprozessualer Einflüsse wurde zunächst verstärkt versucht, die räumliche Verteilung materieller Hinterlassenschaft anhand von Sichtbarkeitskarten, topografischer Prominenz oder Cost-Surfaces zu verstehen. Viele Postprozessualisten lehnen jedoch die kartesische Darstellung und somit Verbreitungskarten, GIS und auch Luftbilder prinzipiell als abgehoben und distanziert ab, was aber nicht bedeutet, dass sie die damit verbundene Information zur archäologischen Hinterlassenschaft ignorieren – es ist vielmehr die kartesische Darstellung, welche kritisiert wird. In der phänomenologischen Landschaftsarchäologie wird diese durch die eigene, subjektive Perspektive vor Ort ersetzt: Erst durch die eigene Wahrnehmung und das Sich-Einfühlen lasse sich die Landschaft einem (prä-)historischen Individuum gleich verstehen.

18.6 Ein vereinendes Konzept

Ausgehend von dieser Problematik wurde im letzten Kapitel der strukturell-individualistische Ansatz der Soziologie vorgestellt. Dieser könnte dabei helfen, wesentliche Differenzen zwischen prozessualer und postprozessualer Sichtweise zu überbrücken, indem er Makro- und Mikroebene der sozialen Struktur bzw. des Individuums verbindet und durch den Ansatz der verstehenden Erklärung etisches und emisches Interpretieren vereint.

Ausgangspunkt ist die Handlungsfähigkeit des Menschen sowie die Dualität zwischen Individuum und sozialer Struktur. Soziale Phänomene lassen sich demnach auf individuelles Handeln zurückführen. Die Verbindung zwischen Makro- und Mikroebene, also zwischen gesellschaftlichem Kontext und individueller Handlungsebene erfolgt über die Darstellung der Ressourcen und Restriktionen sowie über Brückenannahmen zum bevorzugten Verhalten des Individuums. Darauf basierend wird argumentiert, dass beim Vorhandensein mehrerer Handlungsalternativen rational entschieden wird, wobei der hier angewandten Version der Mensch (gemäß dem RREEMM-Modell) als beschränkt rational zu verstehen ist: Er ist nicht vollständig informiert, bewertet seine Situation und die Rahmenbedingungen entsprechend seiner sozialen Prägung und maximiert dabei seinen subjektiven Handlungsnutzen (Wert-Erwartungstheorie). Durch Aggregation zahlreicher individueller Handlungen lassen sich auf diese Weise die Makrophänomene verstehend erklären.

Dieses Schema der sozialen Erklärung wurde in der Folge auf zwei typisch landschaftsarchäologische Szenarios angewandt: die Erklärung eines existierenden Wegenetzes sowie einer religiös motivierten Standortwahl. Diese Beispiele zeigten, dass Rational-Choice in seiner Version der Wert-Erwartungstheorie für landschaftsarchäologische Fragestellungen erfolgreich anwendbar ist. Durch Einbeziehung von Brückenannahmen und Variablen der Wahrnehmung konnten Wegenetz und Standortwahl verstehend erklärt werden. Eine Kombination von etischen und emischen Beobachtung konnte auf wissenschaftlicher, intersubjektiv nachvollziehbarer Basis vollzogen werden.

Vor allem das zweite Beispiel zur Standortwahl einer Klosteranlage des Karmeliterordens konnte belegen, dass selbst religiös motiviertes Handeln innerhalb seines eigenen Kontextes rational zu erklären ist. Rationales Denken und Handeln müssen nicht auf ökonomischer Gewinnmaximierung beruhen. Dies zeigt die Bedeutung, welche das Wissen um den Kontext für eine landschaftsarchäologische Auswertung hat: Landschaft hat für ihre Bewohner eine Bedeutung: Wie diese konkret zu interpretieren ist, kann sich erst aus dem Kontext erschließen lassen (vgl. auch Meinig 1979a).

Bezugnehmend auf die einleitend gestellte Frage, kann somit abschließend konstatiert werden, dass unser archäologisches Methodenspektrum dem komplexen Thema „Landschaft“ sehr wohl gewachsen ist, jedoch kombiniert angewandt werden sollte. Bestehende Praktiken sind dabei zu überdenken und auch Vorurteile anderen wissenschaftlichen Denkrichtungen gegenüber müssen überwunden werden.

Die Landschaft muss zentrales Thema einer Landschaftsarchäologie sein. Physische und kulturelle Struktur der Landschaft können und müssen zwar beschrieben und erklärt werden, eine Landschaftsarchäologie muss aber über das Beschreiben materieller Sachverhalte hinausgehen und versuchen, die dahinterstehenden Vorstellungen und Konzepte zu verstehen. Erst dadurch wird sie ihrem namengebenden Konzept, der Landschaft, gerecht. Tut sie das nicht, so ist sie als Siedlungs-, Umwelt- oder eine andere Form räumlicher Archäologie zu bezeichnen (was jedoch in keiner Weise als abwertend zu verstehen ist).

Als ein Konzept des Anschauungsraums können an einem Ort zur gleichen Zeit zahlreiche Landschaften existieren, welchen ein und dieselbe physische Struktur zugrunde liegt. Landschaftsarchäologie kann sich daher letztendlich nur auf den Versuch beschränken, aufgrund einer Gegenüberstellung physischer Struktur und archäologischer Hinterlassenschaft die kulturelle Struktur einer Region zu erfassen und auf dahinterstehende soziale Systeme, deren Wertvorstellungen, Wahrnehmungen und Motivationen zu

schließen. Will sie nicht beliebige Privatmeinung sein, muss sie sich intersubjektiv nachvollziehbarer Mittel bedienen: etwa, indem sie Aspekte der Wahrnehmung in eine GIS-basierte Analyse integriert, oder durch Virtualisierung individuelle „Erfahrungen" zulässt.

Bei der Auswertung hat die Landschaftsarchäologie durch ihr zugrunde liegendes Konzept der Landschaft die Möglichkeit, sich der Methoden unterschiedlicher archäologischer Traditionen vereint zu bedienen. Ähnlich wie in der Geografie hat Landschaft daher auch in der Archäologie das Potenzial, als zentrales Thema vereinend zu wirken. Dies birgt aber auch die Gefahr, zu einem alles vereinnahmenden, im wahrsten Sinne des Wortes schwammigen Konzept zu werden.

Wichtig erscheint in jedem Fall eine Prospektion, welche immer eine Kombination mehrerer sich in ihrer Aussage ergänzender Methoden beinhalten muss sowie das Abgehen vom fundstellenbasierten hin zu einem räumlichen Denken, welche die Dreiheit Siedlung – Grab – Depot überwindet und sich auf den gesamten Bereich eines Gemeinschaftsraums konzentriert, natürliche Elemente mit einbezieht, gezielt stratigrafisch gräbt und beschreibende, erklärende sowie verstehende Ansätze vereint.

19. Literatur

Ackermann 1999

Ackermann F., Airborne laser scanning: present status and future expectations, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 54, 64–67.

Adams 1980

Adams R.E.W., Swamps, canals and the location of ancient Maya cities, Antiquity 54, 206 ff.

Agache 1968

Agache R., Essai d'utilisation aérienne et au sol d'émulsions spectrozonales , dites „infrarouges couleurs", Soc. Prehist. France 65, 198–201.

Aguinaga 1993

Aguinaga J., Die Karmeliteneinsiedelei „St. Anna in der Wüste" zu Mannersdorf am Leithagebirge (1644-1783). Diplomarbeit, Wien.

Ahnert 1996

Ahnert F., Einführung in die Geomorphologie, UTB für Wissenschaft, Stuttgart.

Albertz 1970

Albertz J., Sehen und Wahrnehmen bei der Luftbildinterpretation, Bildmessung und Luftbildwesen 38, 25–34.

Albertz 1997a

Albertz J., Die dritte Dimension - Elemente der räumlichen Wahrnehmung, 81–108, in: Albertz (ed.) 1997c.

Albertz 1997b

Albertz J., Sehen, Wahrnehmen und Wirklichkeit - Zur Einführung in das Thema, 9–40, in: Albertz (ed.) 1997c.

Albertz 1997c

Albertz J., Wahrnehmung und Wirklichkeit. Wie wir unsere Umwelt sehen, erkennen und gestalten, Schriftenreihe der Freien Akademie 17, Berlin.

Albertz 2007

Albertz J. (ed.), Einführung in die Fernerkundung. Grundlagen der Interpretation von Luft- und Satellitenbildern. 3. aktualisierte und erweiterte Auflage, Darmstadt.

Alcock 2002

Alcock S.E., Archaeologies of the Greek Past: Landscape, Monuments, and Memories, Cambridge.

Alcock, Cherry 2004

Alcock S.E. und Cherry J.F. (eds.), Side-by-side survey. Comparative regional studies in the Mediterranean World, Oxford.

Alcock et al. 1994

Alcock S.E., Cherry J.F. und Davis J.L., Intensive survey, agricultural practice and the classical landscape of Greece, 137–170, in: Morris (ed.) 1994.

Aldenderfer, Maschner 1996

Aldenderfer, M. und Maschner, H., Anthropology, Space, and Geographic Information Systems, Oxford.

Allen et al. 1990a

Allen K.M.S., Green S.W. und Zubrow E.B.W., Interpreting space, 383–386, in: Allen et al. (eds.) 1990b.

Allen et al. 1990b

Allen K.M.S., Green S.W. und Zubrow E.B.W. (eds.), Interpreting space. GIS and archaeology, Applications of geographic information systems, London.

Allen 1991

Allen M.J., Analysing the Landscape: a Geographical Approach to Archaeological Problems, 39–57, in: Schofield (ed.) 1991b.

Allen 1984

Allen G.W.G., Discovery from the Air, Aerial Archaeology 10, 37–92.

Altan 2003

Altan O. (ed.), New Perspectives to Save Cultural Heritage. Proceedings of the XIXth International Symposium CIPA 2003, The CIPA International Archives for Documentation of Cultural Heritage Vol. XIX, Antalya.

Amann 1999

Amann C., Landschaft – ein Widerspruch?, 31–35, in: Haberl und Strohmeier (eds.) 1999.

Ammermann 1985

Ammermann, A.J., Ploughzone experiments in Calabria, JFieldA 12, 33–40.

Andrikopoulou-Strack 2002

Andrikopoulou-Strack, J.-N., Das »Wiederaufleben« der Landesaufnahme. Rückblick auf zehn Jahre Prospektion, Archäologie im Rheinland 2001, 159–161.

Aniel 1983
Aniel J.-P., Les maisons des Chartreux. Des origines à la chartreuse de Pavie, Bibliothèque de la S.F.A. 16, Genève.
Aqdus et al. 2008
Aqdus, S.A., Hanson, W. und Drummond, J., Discovering archaeological cropmarks: a hyperspectral approach, 361–365, in: ISPRS (ed.) 2008.
Ardissone 2003
Ardissone P., Boccardo P. und Borgogno Mondino E., Digital images processing of hyperspectral airborne data: a cultural heritage example, in: Altan (ed.) 2003.
Ashmore, Knapp 1999a
Ashmore W. und Knapp A.B., Archaeological Landscapes: Constructed, Conceptualized, Ideational, 1–30, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999b.
Ashmore, Knapp 1999b
Ashmore W. und Knapp A.B. (eds.), Archaeologies of landscape. Contemporary perspectives ; [… Symposium on „Sacred Landscapes: Constructed and Conceptualized" for the 1996 meeting … in San Francisco], Social archaeology, Oxford.
Aston 1985
Aston M., Interpreting the Landscape. Landscape Archaeology and Local History, London and New York.
Aston, Rowley 1974
Aston M. und Rowley T., Landscape Archaeology: an Introduction to Fieldwork Techniques on post-Roman Landscapes, Newton Abbot.
Attema et al. 2002
Attema P., Burgers G.-J., van Joolen E., van Leusen M. und Mater B. (eds.), New developments in Italian landscape archaeology. Theory and methodology of field survey, land evaluation and landscape perception, pottery production and distribution: proceedings of a three-day conference held at the University of Groningen, April 13–15, 2000, BARIntSer 1091, Oxford.
Aurdal et al. 2006
Aurdal L., Eikvil L., Koren H. und Loska A., Semi-automatic search for cultural heritage sites in satellite images, 1–6, in: Campana und Forte (eds.) 2006.
Bahn 2007
Bahn B.W., Zur Frage der Zentralität von Landschaften, Orten und Trassen, 39–44, in: Jeute et al. (eds.) 2007.
Bailey et al. 2000
Bailey G., Charles R. und Winder N. (eds.), Human ecodynamics. Proceedings of the Association for Environmental Archaeology conference 1998 held at the University of Newcastle upon Tyne, Symposia of the Association for Environmental Archaeology. no. 19, Oxford.
Banning 2002
Banning E.B., Archaeological Survey, Manuals in Archaeological Method, Theory and Technique, New York.
Barb 1937
Barb, A., Hügelnekropolen und frühgeschichtliche Siedlung im Raume der Gemeinde Schandorf und Pinkafeld (Burgenland), MAnthrWien LXVII, 74–118.
Barceló et al. 1999
Barceló J.A., Briz I. und Vila A. (eds.), New techniques for old times, CAA 98. Computer applications and quantitative methods in archaeology; proceedings of the 26th Conference, Barcelona, March 1998, BARIntSer 757, Oxford.
Barford 2001
Barford P.M., Space, environment, and cultural landscapes in Polish archaeology, 19–32, in: Darvill und Gojda (eds.) 2001.
Bargatzky 1986
Bargatzky T., Einführung in die Kulturökologie. Umwelt, Kultur und Gesellschaft, Ethnologische Paperbacks, Berlin.
Barker 1999
Barker G. (ed.), Companion encyclopedia of archaeology, London.
Barker 2006
Barker G., The Agricultural Revolution: Why Did Foragers Become Farmers?, Oxford.
Barker, Lloyd 1991
Barker G. und Lloyd J. (eds.), Roman landscapes. Archaeological survey in the Mediterranean region, Archaeological Monograph 2, London.
Barker, Darvill 1997
Barker K. und Darvill T. (eds.), Making English Landscapes: Changing Perspectives, Oxbow Monograph 93, Oxford.
Barker 1993
Barker, P., Tecniques of Archeological Excavaion. Third edition, fully revised, London.
Barnard 2000
Barnard A., History and Theory in Anthropology, Cambridge.
Barnes 2003
Barnes I., Aerial remote-sensing techniques used in the management of archaeological monuments on the British Army's Salisbury Plain Training Area, Wiltshire, UK, Archaeological Prospection 10, 83–91.
Barrett 1999
Barrett J.C., The Mythical Landscapes of the British Iron Age, 253–265, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999b.

Barrett 2000
Barrett J.C., A thesis on agency, 61–68, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.
Barrett et al. 1991
Barrett J.C., Bradley R.J. und Green M., Landscape, Monuments and Society – The Prehistory of Cranborne Chase, Cambridge University Press, Cambridge.
Bartels 1968
Bartels D. 1968, Zur wissenschaftstheoretischen Grundlegung einer Geographie des Menschen, Geographische Zeitschrift Beiheft 19 1968.
Beck 2007
Beck A.R., Archaeological site detection: the importance of contrast. Newcastle. In: Proceedings of the 2007Annual Conference of the Remote Sensing and Photogrammetry Society, Newcastle University, Sept. 11–14, 2007.
Beck et al. 2007
Beck A.R., Philip G., Abdulkarim M. und Donoghue D., Evaluation of Corona and Ikonos imagery for archaeological prospection in western Syria, Antiquity 81, 161–175.
Beck 2007a
Beck C., Klimaklassifikationen, 224–229, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Beck 2007b
Beck C., Regional- und lokalklimatische Besonderheiten, 229–233, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Beck et al. 2001
Beck H., Geuenich D. und Steuer H. (eds.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 17, Berlin, New York.
Beck et al. 2003
Beck H., Geuenich D. und Steuer H. (eds.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde. Zweite völlig neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage 23, Berlin, New York.
Beck et al. 2005
Beck H., Geuenich D. und Steuer H. (eds.),Reallexikon der Germanischen Altertumskunde 28, Berlin, New York.
Becker 1985
Becker H., Archäoprospektion: Kombination von Luftbild und Magnetik in der Technik der digitalen Bildverarbeitung, Münchener Universitässchriften 8, 125–141.
Becker 1990
Becker H., Combination of aerial-photography with ground-magnetics in digital image processing technique, 25–35, in: Léva (ed.) 1990.
Becker 1995
Becker H., From Nanotesla to Picotesla - A New Window for Magnetic Prospecting in Archaeology, Archaeological Prospection 2, 217–228.
Becker 1996a
Becker H. (ed.), Archäologische Prospektion. Luftbildarchäologie und Geophysik, Arbeitsh. Bayer. Landesamt f. Denkmalpfl. 59, München.
Becker 1996b
Becker H., Aufbau des archäologisch-geographischen Informationssystems ARGIS am BLfD. In: Becker (ed.) 1996a
Becker 1996c
Becker H., Die magnetische Prospektion, 73–76, in: Becker (ed.) 1996a.
Becker 1996d
Becker H., Digitale Bildverarbeitung und graphische Datenverarbeitung in der archäologischen Prospektion. In: Becker (ed.) 1996a
Becker 1998
Becker H., Allgemeine historische Agrargeographie, Teubner Studienbücher - Geographie, Stuttgart.
Becker 2009
Becker H., Caesium-magnetometry for landscape archaeology, 129–165, in: Campana (ed.) 2009.
Becker, Braasch 1983
Becker H. und Braasch O., Kombination von Luftbildarchäologie und magnetischer Prospektion am Beispiel der hallstattzeitlichen Viereckanlage im Lohfeld bei Neufahrn, Landkreis Freising, Oberbayern, Arch. Jahr Bayern 1982, 65–67.
Becker et al. 1996
Becker H., Fassbinder J., Leidorf K., Ketter T., Du S. und Rummel P., Luftbild, Magnetik, Erdwiderstandsmessung und Georadar zur Prospektion der Villa Rustica von Finsing. In: Becker (ed.) 1996a
Becker et al. 2001
Becker W.-D., Berke H., Fritz C., Hallmann B., Heinen M., Hesse H., Jacobs H., Mende A., Meurers-Balke J., Nehren R., Pastoors A., Stodiek U. und Volland M., Archäologische Talauenforschungen. Ergebnisse eines Prospektionsprojekts des Instituts für Ur- und Frühgeschichte der Universität zu Köln, Rheinische Ausgrabungen, Band 52, Mainz.
Beglane 2010
Beglane F., Deer and Identity in Medieval Ireland, 77–84, in: Pluskowski et al. (eds.) 2010.
Behringer 2008
Behringer W., Kulturgeschichte des Klimas. Von der Eiszeit bis zur globalen Erwärmung, München.
Beinroth, Stahr 1996-2010
Beinroth F.H. und Stahr K., Geschichte und Prinzipien der Bodenklassifikation, 1–22, in: Blume (ed.) 1996-2010.
Bell, Lock 2000
Bell T. und Lock G., Topographic and cultural influences on

walking the Ridgeway in later prehistoric times, 85–100, in: Lock (ed.) 2000a.

Bell et al. 2002

Bell T., Wilson A. und Wickham A., Tracking the Samnites: landscape and communication routes in the Sangro Valley, Italy, AJA 106, 169–186.

Bellerby et al. 1990

Bellerby T.J., Noel M. und Branigan K., A thermal method for archaeological prospection, Archaeometry 32/2, 191–203.

Bender 1993a

Bender B., Introduction: Landscape - Meaning and Action, 1–17, in: Bender (ed.) 1993b.

Bender 1993b

Bender B. (ed.), Landscape. Politics and perspectives, Explorations in Anthropology 301, Oxford.

Bender, Wolff 1994

Bender H. und Wolff H. (eds.), Ländliche Besiedlung und Landwirtschaft in den Rhein-Donau-Provinzen des Römischen Reiches, Passauer Universitätsschriften zur Archäologie, 2.

Beneš, Zvelebil 1999

Beneš J. und Zvelebil M., A historical interactive landscape in the heart of Europe: the case of Bohemia, 73–93, in: Ucko und Layton (eds.) 1999.

Bentley et al. 2008

Bentley R.A., Maschner H.D.G., und Chippindale Ch. (Hg.), Handbook of archaeological theories. Lanham, Md: AltaMira Press.

Berger 2003

Berger J.F., Les facteurs de l'érosion: méthodes d'analyse et conceptualisation des processus, 45–86, in: van der Leeuw et al. (eds.) 2003.

Berglund et al. 1991

Berglund B.E., Riddersporre M. und Larsson L., The Cultural Landscape during 6000 Years in southern Sweden. The Ystad-Project, Ecological Bulletins 41, Copenhagen.

Berglund 2010

Berglund, J., Did the Medieval Norse Society in Greenland Really Fail?, 45–70, in: McAnany und Yoffee (eds.) 2010a.

Bernbeck 1997

Bernbeck, R., Theorien in der Archäologie, UTB für Wissenschaft: Uni-Taschenbücher 1964, Tübingen, Basel.

Bethell, Máté 1989

Bethell P.H. und Máté I., The use of soil phosphate analysis in archaeology: a critique, 1–29, in: Henderson (ed.) 1989.

Bevan 2000

Bevan B.W., An early Geophysical Survey at Williamsburg, USA, Archaeological Prospection 7, 51–58.

Bewley 1995

Bewley R.H., A national mapping programme for England, 83–92, in: Kunow (ed.) 1995.

Bewley 1997

Bewley R.H., From military to civilian: a brief history of the early development of aerial photography for archaeology, 11–22, in: Oexle (ed.) 1997.

Bewley 1999

Bewley R.H., A national mapping program for England, Rev. Arch. Picardie 17.

Bewley 2002

Bewley R.H., Aerial Survey: learning from a hundred years of experience? 11–18, in: Bewley und Rączkowski (eds.) 2002a.

Bewley 2003

Bewley R.H., Aerial survey for archaeology, The Photogrammetric Record 18, 273–292.

Bewley 2005

Bewley R.H., Aerial Archaeology. The First Century, 15–30, in: Bourgeois und Meganck (eds.) 2005.

Bewley et al. 1996

Bewley R.H., Braasch O. und Palmer R., An aerial archaeology training week, 15-22 June 1996, held near Siófok, Lake Balaton, Hungary, Antiquity 70, 745–750.

Bewley et al. 2005

Bewley R.H., Crutchley S. und Shell C., New light on an ancient landscape: LiDAR survey in the Stonehenge World Heritage Site, Antiquity 79, 636–647.

Bewley, Rączkowski 2002a

Bewley R.H. und Rączkowski W. (eds.), Aerial Archaeology: Developing Future Practice. [proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Aerial Archaeology - Developing Future Practice, 15th - 17th November 2000, Leszno, Poland], NATO Science Series. Series I: Life and Behavioural Sciences Vol. 337, Amsterdam.

Bewley, Rączkowski 2002b

Bewley R.H. und Rączkowski W., Past achievments and prospects for the future development of aerial archaeology: an introduction, 1–8, in: Bewley und Rączkowski (eds.) 2002a.

BFW 2008

BFW, Bodenkundliche Grundlagen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft (http://bfw.ac.at/300/pdf/Einfuehrung_Bodenkartierung.pdf)

Billman 1999

Billman B.R., Settlement Pattern Research in the Americas: Past, Present, and Future, 1–8, in: Billman und Feinman (eds.) 1999.

Billman, Feinman 1999

Billman B.R. und Feinman G.M. (eds.), Settlement pattern

studies in the Americas. Fifty years since Virú, Smithsonian series in archaeological inquiry, Washington, DC, London.

Binford 1964

Binford L.R., A Consideration of Archaeological Research Design, American Antiquity 29, 425–441.

Binford 1977a

Binford, L.R. (ed.), For Theory Building in Archaeology: Essays on Faunal Remains, Aquatic Resources, Spatial Analysis, and Systemic Modeling, New York.

Binford 1977b

Binford L.R., General Introduction, 1–10, in: Binford (ed.) 1977a.

Binford 1980

Binford L.R., „Willow Smoke and Dog's Tails": Hunter-Gatherer Settlement Systems and Archaeological Site Formation, American Antiquity 45, 4–20.

Binford 1981

Binford L.R., Bones: Ancient Men and Modern Myths, New York.

Bintliff 1985

Bintliff J., The Boeotia Survey, 196–216, in: Macready und Thompson (eds.) 1985.

Bintliff 1988

Bintliff J., Site patterning: separating environmental, cultural and preservation factors, 129–144, in: Bintliff et al. (eds.) 1988.

Bintliff 1991

Bintliff, J., The contribution of an Annaliste / structural history approach to archaeology 1991, 1-33, In: Bintliff (ed.) 1991a.

Bintliff 1991a

Bintliff, J. (ed.), The Annales school and archaeology, Leicester.

Bintliff 1997

Bintliff J., Complex Societies in the Ancient Aegean, JFieldA 24, 1–38.

Bintliff 1999

Bintliff J., Settlement and Territory, 505–545, in: Barker (ed.) 1999.

Bintliff 2000a

Bintliff J., Settlement and Territory: a socio-ecological approach to the evolution of settlement systems, 21–30, in: Bailey et al. (eds.) 2000.

Bintliff 2000b

Bintliff J., The concepts of ‚site' and ‚off-site' archaeology in surface artefact survey, 200–215, in: Pasquinucci und Trément (eds.) 2000.

Bintliff 2002

Bintliff J., Settlement Pattern Analysis and Demographic Modelling, 28–35, in: Attema et al. (eds.) 2002.

Bintliff 2007

Bintliff J., Emergent complexity in settlement systems and urban transformations, 43-82. In: Fellmeth, Guyot und Sonnabend (Hg.) 2007.

Bintliff 2008

Bintliff, John L., History and Continental Approaches, 147–164. In: Bentley et al. (Hg.) 2008.

Bintliff 2009a

Bintliff, John L., The implications of a phenomenology of landscape, 27-45. In: Olshausen und Sauer (Hg.) 2005.

Bintliff 2009b

Bintliff, John L., Catchments, settlement chambers and demography: Case studies and general theory in the Greek landscape from Prehistory to Early Modern times, 107-117. In: Favory und Nuninger (Hg.) 2009.

Bintliff 2011

Bintliff, John L., Problems of chronology and function in survey assemblages: the 1999 Hidden Landscape debate reviewed, xv-xix. In: van Leusen et al. (Hg.) 2011.

Bintliff et al. 1988

Bintliff J., Davidson D.A. und Grant E.G. (eds.), Conceptual Issues in Environmental Archaeology, Edinburgh.

Bintliff et al. 2010

Bintliff, J., Slapšak, B., Noordervliet, B., van Zwienen, J., Wilkinson, K., Shiel, R., The Leiden-Ljubljana Ancient cities of Boeotia Project 2008 season. In: Pharos XVI, 31-60.

Bintliff, Snodgrass 1988

Bintliff J. und Snodgrass A., Off-site pottery distributions: a regional and inter-regional perspective, Current Anthropology 29, 506–513.

Bintliff, Slapšak 2010

Bintliff J., Slapšak B., Tanagra. A Survey of the City. In: Jeammet (Hg.) 2010, 30-31.

Blesl 2005a

Blesl C., Gräber des 6. Jahrhunderts in Freundorf, 136–143, in: Blesl (ed.) 2005.

Blesl 2005b

Blesl C. (ed.), Zeitschienen vom Tullnerfeld ins Traisental, FuBerÖMat A, Sonderheft 2, Wien.

Blume 1912

Blume, E., Die germanischen Stämme und die Kulturen zwischen Oder und Passarge zur Römischen Kaiserzeit. I. Teil, Mannus Bibliothek 8, Würzburg.

Blume 1996-2010

Blume, H.-P. (ed.), Handbuch der Bodenkunde. Loseblattwerk in 4 Ordnern, Weinheim.

BMLFUW I 2003
BMLFUW I (ed.), Hydrologischer Atlas Österreichs. 1. Lieferung, Wien.
Bobek, Fesl 1978
Bobek H. und Fesl M., Das System der Zentralen Orte Österreichs. Eine empirische Untersuchung, Schriften der Kommission für Raumforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften 4, Wien/Köln.
Boer 2005
Boer A.G. de, Using pattern recognition to search LIDAR data for archeological sites, 245–254, in: Figueiredo A. und Leite Velho G. (eds.) 2005.
Boer et al. 2008
Boer A.G. de, Laan W.N.H., Waldus W. und van Zijverden W.K., LIDAR-based surface height measurements: applications in archeology, in: Frischer und Dakouri-Hild (eds.) 2008.
Bogaard 2004
Bogaard A., Neolithic farming in Central Europe. An archaeological study of crop husbandry practices, London.
Bohly 1982
Bohly W.D., Die Fliegerkompanie, 9–16, in: Windl (ed.) 1982.
Boismier 1991
Boismier W.A., The Role of Research Design in Surface Collection: an example from Broom Hill, Braishfield, Hampshire, 11–25, in: Schofield (ed.) 1991b.
Bönisch 2007
Bönisch E., Grabhügel als Grenzmale, 79–90, in: Jeute et al. (eds.) 2007.
Bork, Dreibrodt 2007
Bork H.-R. und Dreibrodt S., Mitteleuropa im Wandel, 99–100, in: Jeute et al. (eds.) 2007.
Bork et al. 1998
Bork H.-R., Bork H., Dalchow C., Faust B., Piorr H.-P. und Schatz T., Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Wirkungen des Menschen auf Landschaften, Perthes Geographie-Kolleg, Gotha.
Borsdorf 2002
Borsdorf A., Die Mensch-Umwelt-Beziehung – ein zentrales Forschungsthema der Geographie, 27–58, in: Winiwarter und Wilfing (eds.) 2002.
Borsdorf, Zehner 2005
Borsdorf A. und Zehner K., Siedlungsgeographie, 265–331, in: Schenk und Schliephake (eds.) 2005.
Bourdieu 1977
Bourdieu P., Outline of a theory of practice, Cambridge.
Bourgeois, Meganck 2005
Bourgeois J. und Meganck M. (eds.), Aerial Photography and Archaeology 2003. A Century of Information; Papers presented during the Conference held at the Ghent University, December 10th-12th, 2003, Archaeological Reports Ghent University 4, Ghent.
Bowden 1999
Bowden M., Unravelling the landscape. An Inquisitive Approach to Archaeology, Stroud.
Bowden 2001
Bowden M., Mapping the Past: O.G.S. Crawford and the Development of Landscape Studies, Landscapes 2, 29–45.
Bowen, Butler 1960
Bowen H.C. und Butler R.M., A matter of time: An archaeological survey of the river gravels of England.
Braasch 1985a
Braasch O., Beobachtungen an der spätkeltischen Viereckschanze von Hartkirchen, Arch. Jahr Bayern 1984, 88–90.
Braasch 1985b
Braasch O., Luftbildarchäologie, ein Wintermärchen?, Arch. Inf. 8, 125–134.
Braasch 1992
Braasch O., Sommer an Rhein und Enns - Bemerkungen zur archäologischen Flugprospektion, Festschrift zum 50jährigen Bestehen des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck, Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 8, 75 ff.
Braasch 1996
Braasch O., Zur archäologischen Flugprospektion, ANachr 1, 16–34.
Braasch 2002
Braasch O., Goodbye Cold War! Goodbye Bureaucracy? Opening the Skies to Aerial Archaeology in Europe, 19–22, in: Bewley und Raczkowski (eds.) 2002a.
Braasch 2005
Braasch O., Vom heiteren Himmel … Luftbildarchäologie, Tübingen.
Braasch 2007
Braasch O., Gallipoli Ahead - Air Survey between the Baltic and Mediterranean, 84–96, in: Kuzma (ed.) 2007.
Braasch et al. 1998
Braasch O., Janicek T. und Zdun M., Air archaeology training project in Poland: Official statistics, AARGNews 17, 28.
Bradford 1957
Bradford J., Ancient Landscapes. Studies in field archaeology, London.
Bradley 1991
Bradley R.J., Ritual, time and history, WorldA 23, 209–219.

Bradley 1998
Bradley R.J., The significance of monuments, London.
Bradley 2000
Bradley R.J., An Archaeology of Natural Places, London and New York.
Bradley 2002
Bradley R.J., The Past in Prehistoric Societies, London.
Braidwood, Howe 1960
Braidwood R.J. und Howe B., Prehistoric Investigations in Iraqi Kurdistan, Studies in Ancient Oriental Civilisations 31, Chicago.
Brather 2006
Brather S., Entwicklungen der Siedlungsarchäologie. Auf dem Weg zu einer umfassenden Umwelt- und Landschaftsarchäologie? Siedlungsforschung. Schwerpunktthema: Historische Kulturlandschaftsforschung 24, 51–97.
Bridge 2009
Bridge G., Pierre Bourdieu, 59–64, in: Hubbard (ed.) 2009.
Bridge 2003
Bridge J.S., Rivers and Floodplains. Forms, Processes, and Sedimentary Record, Oxford.
Briese 2004
Briese C., Breakline Modelling from Airborne Laser Scanner Data. Dissertation PhD, Wien.
Briese et al. 2002
Briese C., Pfeifer N. und Dorninger P., Applications of the robust interpolation for DTM determination, 55–61, in: Kalliany et al. (eds.) 2002.
Brockman 2004
Brockman J. (ed.), Die neuen Humanisten. Wissenschaftler, die unser Weltbild verändern, Berlin.
Brophy 2002
Brophy K., Thinking and doing aerial photography, AARGNews 24, 33–39.
Brophy 2005a
Brophy K., Subjectivity, bias and perception in aerial archaeology, 33–49, in: Brophy und Cowley (eds.) 2005a.
Brophy 2005b
Brophy K., The hermeneutic spiral: aerial archaeology and subjectivity, AARGNews Supplement 1, 5–11.
Brophy, Cowley 2005a
Brophy K. und Cowley D. (eds.), From the air. Understanding aerial archaeology, Stroud.
Brophy, Cowley 2005b
Brophy K. und Cowley D., From the air - an introduction, 11–23, in: Brophy und Cowley (eds.) 2005a.
Brothwell, Pollard 2001
Brothwell, D.R. und Pollard, A.M. (eds.), Handbook of archaeological sciences, Chichester.
Brown 1997
Brown A.G., Alluvial geoarchaeology. Floodplain archaeology and environmental change, Cambridge.
Brück 2005
Brück J., Experiencing the past? The development of a phenomenological archaeology in British prehistory, Archaeological Dialogues 12, 45–72.
Brumfiel 2000
Brumfiel E.M., On the archaeology of choice. Agency studies as a research strategem, 249–255, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.
Brunner 2000
Brunner, K., Das Paradies ist ein Baumgarten, 25–34, in: Jaritz (ed.) 2000.
Budja, Mlekuž 2001
Budja M. und Mlekuž D., GIS support in reconstructing Neolithic flood-plain dynamics. The Ljubljana Moor case, 117–126, in: Slapšak (ed.) 2001.
Butzer 1982
Butzer K.W., Archaeology as human ecology, Cambridge.
Byers, Wymer 2010
Byers A.M. und Wymer D. (eds.), Hopewell settlement patterns, subsistence, and symbolic landscapes, Gainesville.
Byock 1990
Byock J.L., Medieval Iceland. Society, sagas, and power, Berkeley, Calif.
Campana 2009
Campana S. (ed.), Seeing the unseen. Geophysics and landscape archaeology; [collection of papers presented at the advanced XV International Summer School in Archaeology „Geophysics for Landscape Archaeology" (Grosseto, Italy, 10-18 July 2006)], A Balkema book, Boca Raton, Fla., London, New York, Leiden.
Campana, Forte 2001
Campana S. und Forte M., Remote Sensing in Archaeology, Edizioni All'Insegna del Giglio, Firenze.
Campana, Forte 2006
Campana S. und Forte M. (eds.), From space to place. 2. International Conference on Remote Sensing in Archaeology ; proceedings of the 2. international workshop, CNR, Rome, Italy, December 2 - 4, 2006, BARIntSer 1568, Oxford.
Campana, Francovich 2007
Campana S. und Francovich R., Understanding Archaeological Landscapes: Steps Towards an Improved Integration of Survey Methods in the Reconstruction of Subsurface Sites in South Tuscany, 239–261, in: Wiseman und El-Baz (eds.) 2007.
Carr 1985
Carr C. (ed.), For Concordance in Archaeological Analysis.

Bridging Data Structure, Quantitative Techniques and Theory, St. Louis.

Cavalli et al. 2007

Cavalli R.M., Colosi F., Palombo A., Pignatti S. und Poscolieri M., Remote hyperspectral imagery as a support to archaeological prospection, Journal of Cultural Heritage 8, 272–283.

Ceraudo 2005

Ceraudo G., 105 Years of Archaeological Aerial Photography in Italy (1899-2004), 73–86, in: Bourgeois und Meganck (eds.) 2005.

Cerman et al. 2008

Cerman M., Steffelbauer I. und Tost S. (eds.), Agrarrevolutionen. Verhältnisse in der Landwirtschaft vom Neolithikum zur Globalisierung, Querschnitte Bd. 24, Innsbruck.

Cerwinka, Mandl 1996

Cerwinka G. und Mandl F. (eds.), Dachstein. Vier Jahrtausende Almen im Hochgebirge. Band 1, Mitteilungen der ANISA, 17/2+3, Haus i. E.

Chadwick 2004a

Chadwick A.M., Footprints in the sands of time. Archaeologies of inhabitation on Cranborne Chase, Dorset, 179–256, in: Chadwick (ed.) 2004c.

Chadwick 2004b

Chadwick A.M.,‚Geographies of sentience' - an introduction to space, place and time, 1–31, in: Chadwick (ed.) 2004c.

Chadwick 2004c

Chadwick A.M. (ed.), Stories from the Landscape: Archaeologies of Inhabitation, BARIntSer, 1238, Oxford.

Challis 2006

Challis K., Airborne Laser Altimetry in Alluviated Landscapes, Archaeological Prospection 13, 103–127.

Challis et al. 2009

Challis K., Kincey M. und Howard A.J., Airborne geoarchaeological remote sensing of valley floors using Daedalus ATM and CASI, Archaeological Prospection 16, 17–33.

Chalmers 1999

Chalmers A.F., What is this little thing called Science? Third Edition Maidenhead.

Chapman, Gearey 2000

Chapman H.P. und Gearey B.R., Palaeoecology and the perception of the prehistoric landscapes: some comments on visual approaches to phenomenology, Antiquity 74, 316–319.

Chapman 2006

Chapman, H., Landscape archaeology and GIS, Stroud.

Charles 2010

Charles D.K., Riverworld: Life and Meaning in the Illinois Valley, 19–36, in: Byers und Wymer (eds.) 2010.

Cheetham 2008

Cheetham P.N., Noninvasive Subsurface Mapping Techniques, Satellite and Aerial Imagery in Landscape Archaeology, 562–582, in: David und Thomas (eds.) 2008a.

Cherry 1982

Cherry J.F., A preliminary definition of site distribution on Melos, 10–23, in: Renfrew und Wagstaff (eds.) 1982.

Cherry et al. 1978

Cherry J.F., Gamble C. und Shennan S. (eds.), Sampling in contemporary British archaeology, BARBritishSer 50, Oxford.

Chippindale, Nash 2004

Chippindale C. und Nash G. (eds.), Pictures in place. The figured landscapes of rock-art, Cambridge.

Christaller 1980

Christaller W., Die zentralen Orte in Süddeutschland. Eine ökonomisch-geographische Untersuchung über die Gesetzmäßigkeit der Verbreitung und Entwicklung der Siedlungen mit städtischen Funktionen. 3. unveränd. Aufl., Darmstadt.

Church et al. 2000

Church T., Brandon J.R. und Burgett G.R., GIS Applications in Archaeology: Method in Search of Theory, 135–155, in: Westcott und Brandon (eds.) 2000.

Cifani et al. 2007

Cifani G., Opitz R. und Stoddard S., Mapping the Ager Faliscus road-system: the contribution of LiDAR (light detection and ranging) survey, JRA 20, 165–176.

CIRGEO 2005

CIRGEO (ed.), Proceeding of Italy - Canada 2005 Workshop on 3D Digital Imaging and Modeling: Applications of Heritage, Industry, Medicine and Land, Padova.

Clark 1996

Clark A., Seeing Beneath the Soil. Prospecting methods in archaeology. Revised paperback edition, London.

Clark 2000

Clark J.E., Towards a better explanation of hereditary inequality: a critical assessment of natural and historic human agents, 92–112, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.

Clark, Schofield 1991

Clark R.H. und Schofield A.J., By Experiment and Calibration: an Integrated Approach to Archaeology of the Ploughsoil, 93–105, in: Schofield (ed.) 1991b.

Clarke 1977a

Clarke D.L. (ed.), Spatial Archaeology, London.

Clarke 1977b

Clarke D.L., Spatial Information in Archaeology, 1–32, in: Clarke (ed.) 1977.

Coleman 2010

Coleman J.S., Grundlagen der Sozialtheorie. Band 1: Hand-

lungen und Handlungssysteme, Scientia nova Bd. 1, München.

Collis 1986

Collis J., Central Place Theory is Dead: Long Live the Central Place, 37–39, in: Grant (ed.) 1986.

Collischonn, Pilar 2000

Collischonn W. und Pilar J.V., A direction dependent least-cost-path algorithm for roads and canals, Int. J. Geographical Information Science 14, 397–406.

Comer, Blom 2007

Comer D.C. und Blom R.G., Detection and Identification of Archaeological Sites and Features Using Synthetic Aperture Radar (SAR) Data Collected from Airborne Platforms, 103–136, in: Wiseman und El-Baz (eds.) 2007.

Committee on Remote Sensing for Agricultural Purposes 1970

Committee on Remote Sensing for Agricultural Purposes (ed.), Remote Sensing, Washington.

Compatangelo et al. 2008

Compatangelo R., Bertrand J.-R., Chapman J., Laffont P.-Y. und Compatangelo-Soussignan R. (eds.), Marqueurs des paysages et systèmes socio- économiques (Landmarks and Socio-Economic Systems). Actes du Colloque COST du Mans (7-9 décembre 2006) „Marqueurs des paysages et systèmes socio-économiques: de la construction des paysages pré-industriels à leur perception par les sociétés contemporaines“, Documents archéologiques 1, Rennes.

Conolly, Lake 2006

Conolly J. und Lake M., Geographical information systems in archaeology, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge.

Coombes, Barber 2005

Coombes P. und Barber K., Environmental determinism in Holocene research: causality or coincidence?, Area 37, 301–311.

Coones 1985

Coones, P., One landscape or many? A geographical perspective, Landscape History 7, 5–12.

Coren et al. 2005

Coren F., Visintini D., Prearo G. und Sterzai P., Integrating LiDAR intensity measures and hyperspectral data for extracting of cultural heritage, in: CIRGEO (ed.) 2005.

Cosgrove 1984

Cosgrove D.E., Social formation and symbolic landscape, Madison, Wis.

Cowgill 2000

Cowgill G.L., „Rationality“ and contexts in agency, 51–60, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.

Cowley 2002

Cowley D., A Case Study in the Analysis of Patterns of Aerial Reconnaissance in a Lowland Area of Southwest Scotland, Archaeological Prospection 9, 255–265.

Cowley 2011

Cowley, D. (ed.), Remote Sensing for Archaeological Heritage Management. Proceedings of the 11th EAC Heritage Management Symposium, Reykjavik, Iceland, 25-27 March 2010, Occasional Publication of the Aerial Archaeology Research Group 3, Budapest.

Cowley, Gilmour 2005

Cowley D. und Gilmour S.M.D., Some observations on the nature of aerial survey, 50–63, in: Brophy und Cowley (eds.) 2005a.

Cowley, Palmer 2009

Cowley D. und Palmer R. (eds.), Education in Aerial Remote Sensing for Archaeology, Occasional Publication of the Aerial Archaeology Research Group 1, Cambridge.

Crawford 1924

Crawford O.G.S., Air Survey and Archaeology, Ordnance Survey Professional Papers, New Series, London 7.

Crawford 1953

Crawford O.G.S., Archaeology in the field, London.

Crawford, Keiller 1928

Crawford O.G.S. und Keiller A., Wessex from the Air, The Claredon Press, Oxford.

Crawshaw 1995

Crawshaw A., Oblique aerial photography - aircraft, cameras and films, 67–76, in: Kunow (ed.) 1995.

Crawshaw 1997

Crawshaw A., Letter, AARGNews 14, 59.

Creighton 2002

Creighton O.H., Castles and landscapes, London, New York.

Creighton 2009

Creighton O.H.,Designs upon the land. Elite landscapes of the Middle Ages, Woodbridge.

Crumley 1999

Crumley, C.L., Sacred Landscapes: Constructed and Conceptualized, 269–276, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999.

Crumley, Marquardt 1990

Crumley C.L. und Marquardt W.H., Landscape: a unifying concept in regional analysis, 73–79, in: Allen et al. (eds.) 1990.

Crutchley 2006

Crutchley S., Light Detection and Ranging (lidar) in the Witham Valley, Lincolnshire: an Assessment of New Remote Sensing Techniques, Archaeological Prospection 13, 251–257.

Crutchley 2010

Crutchley S., The Light Fantastic. Using airborne lidar in archaeological survey, Swindon.

Crutzen 2002
Crutzen P.J., Geology of mankind, Nature 415, 23.
Csáky 2004
Csáky M., Die Mehrdeutigkeit von Gedächtnis und Erinnerung. Ein kritischer Beitrag zur historischen Gedächtnisforschung, in: 2004.
Cunliffe 1995
Cunliffe B.W., Danebury. An Iron Age hillfort in Hampshire. Volume 6. A hillfort community in perspective, CBA Research Report 102, London.
Dabbert 1994
Dabbert S., Ökonomik der Bodenfruchtbarkeit, Stuttgart.
Daim, Doneus 2004
Daim F. und Doneus N. (eds.), Halbturn I. Das Kaiserzeitiche Gräberfeld und die Villa von Halbturn, Burgenland: Naturräumliche Voraussetzungen, Prospektion und Vorbericht, MonoFrühMA 10, Innsbruck.
Daim, Neubauer 2005
Daim F. und Neubauer W. (eds.), Zeitreise Heldenberg. Geheimnisvolle Kreisgräben. Niederösterreichische Landesausstellung 2005, Katalog des NÖ Landesmuseums, Neue Folge Nr. 459, St. Pölten.
Darvill 1997
Darvill T., Landscapes and the archaeologist, in: Barker und Darvill (eds.) 1997.
Darvill 2001
Darvill T., Traditions of landscape archaeology in Britain: issues of time and scale, 33–45, in: Darvill und Gojda (eds.) 2001.
Darvill 2002
Darvill T., Concise Dictionary of Archaeology, Oxford.
Darvill 2007
Darvill T., Stonehenge. The biography of a landscape, Stroud.
Darvill 2008
Darvill T., Pathways to a panoramic past: a brief history of European landscape archaeology, 60–76, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
Darvill, Gojda 2001
Darvill T. und Gojda M. (eds.), One land, many landscapes. Papers from a session held at the European Association of Archaeologists, fifth annual meeting in Bournemouth 1999, BARIntSer 987, Oxford.
David 2001
David A., Overview - The Role and Pratice of Archaeological Prospection, 521–527, in: Brothwell und Pollard (eds.) 2001.
David, Thomas 2008a
David B. und Thomas J. (eds.), Handbook of Landscape Archaeology, World Archaeological Congress Research Handbooks, Walnut Creek, Cal.
David, Thomas 2008b
David B. und Thomas J., Landscape Archaeology: Introduction, 27–43, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
David, Kramer 2001
David N. und Kramer C., Ethnoarchaeology in Action, Cambridge.
Day et al. 2003
Day R.L., Laland K.N. und Odling-Smee J., Rethinking adaption. The niche-construction perspective, Perspectives in Biology and Medicine 46, 80–95.
De Laet, Lambers 2009
De Laet V. und Lambers K., Archaeological Prospecting Using High-Resolution Digital Satellite Imagery: Recent Advances and Future Prospects - A Session Held at the Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA) Conference, Williamsburg, USA, March 2009, AARGNews 39, 9–17.
Delano Smith 1987
Delano Smith C., The Neolithic Landscape of Tavoliere, Apulia, 1–26, in: Jones (ed.) 1987.
Denecke 2005a
Denecke D., Altwegrelikte: Methoden und Probleme ihrer Inventarisation und Interpretation, 190–214, in: Fehn und Simms (eds.) 2005.
Denecke 2005b
Denecke D., Historisch-Siedlungsgeographische Forschungsansätze der Betrachtung räumlicher Prozesse, Systeme und Beziehungsgefüge, 36–57, in: Fehn und Simms (eds.) 2005.
Denecke 2005c
Denecke D., Zur Entstehung des Verkehrs, 168–189, in: Fehn und Simms (eds.) 2005.
Denham 2008
Denham T., Environmental Archaeology: Interpreting Practices-in-the-Landscape through Geoarchaeology, 468–481, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
Devereux et al. 2005
Devereux B.J., Amable G.S., Crow P. und Cliff A.D., The potential of airborne lidar for detection of archaeological features under woodland canopies, Antiquity 79, 648–660.
Devereux et al. 2008
Devereux B.J., Amable G.S. und Crow P., Visualisation of LiDAR terrain models for archaeological feature detection, Antiquity 82, 470–479.
Diamond 2004
Diamond J., Eine neue wissenschaftliche Synthese der Menschheitsgeschichte, 2–34, in: Brockman (ed.) 2004.
Diamond 2006
Diamond J., Kollaps. Warum Gesellschaften überleben oder untergehen, Frankfurt am Main.

Dieckmann, Maier 2003
Dieckmann B. und Maier U., Beispiele zur Landschaftsrekonstruktion im westlichen Bodenseeraum: Von der Linearbandkeramik bis Hornstaad, 57–68, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Diekmann et al. 2008
Diekmann A., Eichner K., Schmidt P. und Voss T. (eds.) Rational choice. Theoretische Analysen und empirische Resultate; Festschrift für Karl-Dieter Opp zum 70. Geburtstag, Wiesbaden.
Diekmann, Voss 2004a
Diekmann A. und Voss T., Die Theorie rationalen Handelns. Stand und Perspektiven, 13–29, in: Diekmann und Voss (eds.) 2004b.
Diekmann, Voss 2004b
Diekmann A. und Voss T. (eds.), Rational-Choice-Theorie in den Sozialwissenschaften. Anwendungen und Probleme, Scientia nova, München.
Diekmann, Voss 2008
Diekmann A. und Voss T., Soziale Normen und Reziprozität.- Die Bedeutung „sozialer" Motive für die Rational-Choice-Erklärung sozialer Normen, 83–100, in: Diekmann et al. (eds.) 2008.
Dietler 1998
Dietler M., A tale of three sites: the monumentalization of Celtic oppida and the politics of collective memory and identity, WorldA 30, 72–89.
Dikau, Pohl 2007
Dikau R. und Pohl J., „Hazards": Naturgefahren und Naturrisiken, 1029–1076, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Dilthey 1924
Dilthey W., Die geistige Welt. Einleitung in die Philosophie des Lebens. Abhandlungen zur Grundlegung der Geisteswissenschaften, Gesammelte Schriften 5, Leipzig, Berlin.
Dincauze 2000
Dincauze D., Environmental Archaeology. Principles and Practice, Cambridge.
Dingwall et al. 1999
Dingwall L., Exon S., Gaffney V., Laflin S. und van Leusen M. (eds.), Archaeology in the age of internet. CAA 97; Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology; proceedings of the 25th Anniversary Conference, University of Birmingham, April 1997, BARIntSer 750, Oxford.
Dirlmeier et al. 2003
Dirlmeier U., Fouquet G. und Fuhrmann B., Europa im Spätmittelalter 1215-1378, München.
Ditzinger 1998
Ditzinger T., Illusionen des Sehens. Eine Reise durch die fantastische Welt der optischen Wahrnehmung., Südwest Verlag, München. 2. Auflage.
Dobiat 1994
Dobiat C. (ed.), Festschrift für Otto-Herrmann Frey zum 65. Geburtstag, Marburger Studien Vor.- u. Frühgesch. 16, Marburg.
Dobres, Robb 2000a
Dobres M.-A. und Robb J.E. (eds.), Agency in archaeology, London, New York.
Dobres, Robb 2000b
Dobres M.-A. und Robb J.E., Agency in Archaeology. Paradigm or platitude? 3–17, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.
Dobrzańska et al. 2004
Dobrzańska, H., Jerem, E. und Kalicki Tomasz (eds.), The geoarchaeology of river valleys, Archaeolingua - Series minor 18, Budapest.
DoE 1987
DoE, Handling Geographic Information. Report to the Secretary of State for the Environment of the Committee of Enquiry into the Handling of Geographic Information, chaired by Lord Chorley, London.
Doneus 1995
Doneus M., Luftbildarchäologie und Photogrammetrie am Institut für Ur- und Frühgeschichte in Wien, 123–132, in: Kunow (ed.) 1995.
Doneus 1997a
Doneus M., 3D-combination of ground magnetics and aerial photographs in archaeological prospection, Annales Geophysicae 15, C 83.
Doneus 1997b
Doneus M., On the archaeological use of vertical photographs, AARGNews 15, 23–27.
Doneus 2000
Doneus M., Vertical and oblique photographs, AARGNews 20, 33–39.
Doneus 2001a
Doneus M., Die Keramik der mittelneolithischen Kreisgrabenanlage von Kamegg, Niederösterreich. Ein Beitrag zur Chronologie der Stufe MOG I der Lengyel-Kultur, MPK 46, Wien.
Doneus 2001b
Doneus M., Precision Mapping and Interpretation of Oblique Aerial Photographs, Archaeological Prospection 8, 13–27.
Doneus 2005
Doneus M., Digital aerial photography - fancy gadget or underestimated necessity?, AARGNews Supplement 1, 40–42.

Doneus, Briese 2006a
Doneus M. und Briese C., Digital terrain modelling for archaeological interpretation within forested areas using full-waveform laserscanning, 155–162, in: Ioannides et al. (eds.) 2006.
Doneus, Briese 2006b
Doneus M. und Briese C., Full-waveform airborne laser scanning as a tool for archaeological reconnaissance, 99–106, in: Campana und Forte (eds.) 2006.
Doneus, Briese 2011
Doneus M. und Briese C., Airborne Laser Scanning in Forested Areas - Potential and Limitations of an Archaeological Prospection Technique, 53–76, in: Cowley (ed.) 2011.
Doneus et al. 2000
Doneus M., Scharrer G. und Neubauer W., Archäologische Prospektion der Landschaft Carnuntum. Möglichkeiten der Luftbildarchäologie, CarnuntumJb 2000, 53–72.
Doneus et al. 2001a
Doneus M., Neubauer W. und Eder-Hinterleitner A., Archaeological Prospection in Austria, 11–34, in: Doneus et al. (eds.) 2001b.
Doneus et al. 2001b
Doneus M., Neubauer W. und Eder-Hinterleitner, A. (eds.), Archaeological prospection: Fourth International Conference on Archaeological Prospection, Vienna, 19-23 September 2001, Wien.
Doneus et al. 2002
Doneus M., Doneus N. und Neubauer W., Integrated archaeological interpretation of combined prospection data, Zwingendorf (Austria) - a case study, 149–165, in: Bewley und Rączkowski (eds.) 2002a.
Doneus et al. 2007
Doneus M., Briese C., Fera M., Fornwagner U., Griebl M., Janner M. und Zingerle M.-C., Documentation and analysis of archaeological sites using aerial reconnaissance and airborne laser scanning, 275–280, in: Georgopoulos (ed.) 2007.
Doneus et al. 2008a
Doneus M., Briese C., Fera M. und Janner M., Archaeological prospection of forested areas using full-waveform airborne laser scanning, JASc 35, 882–893.
Doneus et al. 2008b
Doneus M., Briese C. und Kühtreiber T., Flugzeuggetragenes Laserscanning als Werkzeug der archäologischen Kulturlandschaftsforschung. Das Fallbeispiel „Wüste" bei Mannersdorf am Leithagebirge, Niederösterreich, AKorrBl 38, 137–156.
Doneus et al. 2013
Doneus M., Gugl C., Doneus N. Die Canabae von Carnuntum – eine Modellstudie der Erforschung römischer Lagervorstädte. Von der Luftbildprospektion zur siedlungsarchäologischen Synthese. Der Römische Limes in Österreich, 47, 2013.
Doneus, Griebl 2012 [Im Druck]
Doneus M. und Griebl M. (eds.), Die Leitha - Facetten einer archäologischen Landschaft, AÖ Spezial, Wien.
Doneus, Gugl 2007
Doneus M. und Gugl C., Das Bebauungsschema der praetentura-Ost aufgrund der Grabungsbefunde und der Luftbilder, 449–456, in: Gugl und Kastler (eds.) 2007.
Doneus, Mayer 2001
Doneus M. und Mayer C., GIS-based archiving of aerial photographs and archaeological sites, 89–91, in: Doneus et al. (eds.) 2001b.
Doneus, Neubauer 1997
Doneus M. und Neubauer W., Archäologische Prospektion in Österreich, AÖ 8, 19–33.
Doneus, Neubauer 1998
Doneus M. und Neubauer W., 2D combination of prospection data, Archaeological Prospection 5, 29–56.
Doneus, Neubauer 2010
Doneus M. und Neubauer W., LBI for Archaeological Prospection and Virtual Archaeology, AARGNews 41, 11.
Doneus, Scollar 2006
Doneus M. und Scollar I., Using GPS with Digital Cameras, AARGNews 33 (September 2006), 28–33.
Doneus 2002
Doneus N., Die ur- und frühgeschichtliche Fundstelle von Zwingendorf, Niederösterreich. Archäologische Untersuchungen eines Siedlungsplatzes und sein Verhältnis zur Landschaft, MPK 48, Wien.
Doneus 2004
Doneus N., Fundplatz und Landschaft - Interpretation und Kontext, 137–175, in: Daim und Doneus (eds.) 2004.
Donoghue 2001
Donoghue D., Remote Sensing, 555–563, in: Brothwell und Pollard (eds.) 2001.
Döring, Thielmann 2008a
Döring J. und Thielmann T., Einleitung: Was lesen wir im Raume? Der Spatial Turn und das geheime Wissen der Geographen, 7–45, in: Döring und Thielmann (eds.) 2008b.
Döring, Thielmann 2008b
Döring J. und Thielmann T. (eds.), Spatial Turn. Das Raumparadigma in den Kultur- und Sozialwissenschaften, Sozialtheorie, Bielefeld.
Dornan 2002
Dornan J.L., Agency and Archaeology: Past, Present, and Future Directions, Journal of Archaeological Method and Theory 9, 303–329.

Dreslerová 1995
Dreslerová, D., A Settlement-Economic Model for a Prehistoric Microregion: Settlement Activities in the Vinoř - Stream Basin during the Hallstatt Period, 145–160, in: Kuna und Venclová (eds.) 1995.
Dreslerová 1998
Dreslerová, D., The Říčany Area: Field Walking and GIS in the Study of Settlement History, 116–128, in: Neustupný (ed.) 1998a.
Drexhage et al. 2002
Drexhage H.-J., Konen H. und Ruffing K., Die Wirtschaft des Römischen Reiches (1.-3. Jahrhundert). Eine Einführung, Berlin.
Ducke 2003
Ducke B., Archaeological Predictive Modelling Using Clustering Analysis, 185–192, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Ducke, Münch 2005
Ducke B. und Münch U., Predictive Modelling and the Archaeological Heritage of Brandenburg (Germany), 93–107, in: van Leusen und Kamermans (eds.) 2005.
Dunnell 1988
Dunnell R.C., Low density archaeological records from ploughed surfaces: some preliminary considerations, American Archaeology 7, 29–38.
Dunnell, Dancey 1983
Dunnell R.C. und Dancey W.S., The siteless survey: a regional scale data collection strategy, 267–287, in: Schiffer (ed.) 1983.
Eastman 2006
Eastman R.J., IDRISI Andes. Guide to GIS and Image Processing, http://gis.vsb.cz/vojtek/content/gitfast_p/files/source/IDRISI.pdf (September 2012).
Ebersbach 2003
Ebersbach R., Paleoecological Reconstruction and Calculation of Calorie Requirements at Lake Zurich, 69–88, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Ebersbach, Schade 2004
Ebersbach R. und Schade C., Modelling the Intensity of Linear Pottery Land Use – An Example from the Mörlener Bucht in the Wetterau Basin, Hesse, Germany, 337 / 1-11(CD), in: Fischer Ausserer et al. (eds.) 2004.
Ebert 2000
Ebert J.I., The State of the Art in „Inductive" Predictive Modelling: Seven Big Mistakes (and Lots of Smaller Ones), 129–134, in: Westcott und Brandon (eds.) 2000.
Eckert et al. 2003
Eckert J., Weisenhauer U., Zimmermann A. und Lüning J. (eds.), Archäologische Perspektiven. Analysen und Interpretationen im Wandel; Festschrift für Jens Lüning zum 65. Geburtstag, Internationale Archäologie. Studia honoria 20, Rahden/Westf.
Eckmeier et al. 2007
Eckmeier E., Gerlach R., Gehrt E. und Schmidt M.W.I., Pedogenesis of Chernozems in Central Europe — A review, Geoderma 139, 288–299.
Eckoldt 1998
Eckoldt M., Flüsse und Kanäle. Die Geschichte der deutschen Wasserstrassen, Hamburg.
Eder-Hinterleitner et al. 1996a
Eder-Hinterleitner, A., Neubauer, W. und Melichar, P., Reconstruction of archaeological structures using magnetic prospection, Analecta Praehistorica Leidensia 28, 131–137.
Eder-Hinterleitner et al. 1996b
Eder-Hinterleitner A., Neubauer W. und Melichar P., Restoring Magnetic Anomalies, Archaeological Prospection 3, 185–197.
Edis et al. 1989
Edis J., MacLeod D. und Bewley R.H., An archaeologist's guide to classification of crop marks and soilmarks, Antiquity 63, 112–126.
Edmonds 1999
Edmonds M., Ancestral Geographies of the Neolithic, London.
Eggers 1951
Eggers H.J., Der römische Import im freien Germanien, Atlas Urgesch. 1, Hamburg.
Eggers 1986
Eggers H.J., Einführung in die Vorgeschichte.
Eggert 2005
Eggert M.K.H., Prähistorische Archäologie. Konzepte und Methoden. Zweite, unveränderte Auflage, Tübingen.
Ehlers 2008
Ehlers E., Das Anthropozän. Die Erde im Zeitalter des Menschen. Darmstadt: WBG (Wiss. Buchges.).
Eibner-Persy 1980
Eibner-Persy A., Hallstattzeitliche Grabhügel von Sopron (Ödenburg). Die Funde der Grabungen 1890-92 in der Prähistorischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien und im Burgenländischen Landesmuseum in Eisenstadt, Wissenschaftliche Arbeiten aus dem Burgenland 62, Eisenstadt.
Ejstrud 2003
Ejstrud B., Indicative Models in Landscape Management: Testing the Methods, 119–134, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Ellenberg 1986
Ellenberg H., Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. Vierte, verbesserte Auflage, Stuttgart.

Emmolo et al. 2004
Emmolo D., Franco V., Lo Brutto M., Orlando P. und Villa B., Hyperspectral Techniques and GIS for archaeological investigation, 492–497, in: ISPRS (ed.) 2004.
Endlicher 2007a
Endlicher W., Atmosphärische Gefahren, 233–242, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Endlicher 2007b
Endlicher W., Strahlungs- und Wärmehaushalt der Erde, 198–206, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Endlicher 2007c
Endlicher W., Zusammensetzung und Aufbau der Atmosphäre, 194–198, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
English, Mayfield 1972
English P.W. und Mayfield R.C. (eds.), Man, Space and Environment, New York.
Esser 1999
Esser H., Soziologie. Allgemeine Grundlagen, Frankfurt/M.
Esser 2001
Esser H., Sinn und Kultur, Soziologie: spezielle Grundlagen Bd. 6, Frankfurt/Main.
Esser 2002
Esser H., Situationslogik und Handeln, Soziologie: spezielle Grundlagen Bd. 1, Frankfurt/Main.
Europarat 2000
Europarat, European Landscape Convention (http://conventions.coe.int/Treaty/en/Treaties/Html/176.htm [September 2012]), Florenz.
Evans, Farr 2007
Evans D.L. und Farr T.G., The Use of Interferometric Synthetic Aperture Radar (InSAR) in Archaeological Investigations and Cultural Heritage Preservation, 89–102, in: Wiseman und El-Baz (eds.) 2007.
Evans 2004
Evans H., Who's afraid of the Big Bad Woods? Forest Wilderness in the Middle Ages, 73–86, in: Chadwick (ed.) 2004c.
Evans 1978
Evans J.G., An Introduction to Environmental Archaeology, London.
Evans 2003
Evans J.G., Environmental Archaeology and the Social Order, London.
Evans, O'Connor 1999
Evans J.G. und O'Connor T., Environmental Archaeology. Principles and Methods, Stroud.
Evans 2007
Evans R., The weather and other factors controlling the appearance of crop marks on clay and ‚difficult' soils, 16–27, in: Mills und Palmer (eds.) 2007b.
Evans, Jones 1977
Evans R. und Jones R.J., Crop marks and soils at two archaeological sites in Britain, JASc 4, 63–76.
Evershed et al. 2001
Evershed R.P., Dudd S.N., Lockheart M.J. und Jim S., Lipids in Archaeology, 331–349, in: Brothwell und Pollard (eds.) 2001.
Ewald 1938
Ewald E., Einsatz des Luftbildes für die vorgeschichtliche Forschung in Deutschland, in: Hansa Luftbild GmbH (ed.) 1938.
Exon et al. 2000
Exon S., Gaffney V., Woodward A. und Yorston R., Stonhenge Landscapes. Journeys through real-and-imagined worlds, Oxford.
Fabech et al. 1999
Fabech C., Hvass S., Näsman U. und Ringtved J., ‚Settlement and Landscape' - a presentation of a research programme and a conference, 13–28, in: Fabech und Ringtved (eds.) 1999.
Fabech, Ringtved 1999
Fabech C. und Ringtved J. (eds.), Settlement and Landscape. Proceedings of a conference in Århus, Denmark, May 4-7 1998, Moesgård.
Fagan 2002
Fagan B.M., The little ice age. How climate made history 1300-1850, New York.
Fassbinder 1994
Fassbinder J., Die magnetischen Eigenschaften und die Genese ferrimagnetischer Minerale in Böden im Hinblick auf die magnetische Prospektion archäologischer Bodendenkmäler, Buch am Erlbach.
Fassbinder, Becker 1993
Fassbinder J. und Becker H., Kombination von Luftbild und Magnetik zur Prospektion eines urnenfelder- und halstattzeitlichen Gräberfelds bei Künzing, Arch. Jahr Bayern 1992, 62–65.
Fassbinder et al. 1990
Fassbinder J., Stanjek H. und Vali H., Occurrence of magnetic bacteria in soil, Nature 343, 161–163.
Fassbinder, Stanjek 1993
Fassbinder J. und Stanjek H., Occurrence of bacterial magnetite in soil from archaeological sites, APol 31, 117–128.
Fassbinder, Stanjek 1996
Fassbinder J. und Stanjek H., Magnetische Bodenbakterien und deren Auswirkung auf die Prospektion archäologischer Denkmäler, 257–260, in: Becker (ed.) 1996a.
Fassbinder 2003

Fassbinder S., Wallfahrt, Andacht und Magie. Religiöse Anhänger und Medaillen; Beiträge zur neuzeitlichen Frömmigkeitsgeschichte Südwestdeutschlands aus archäologischer Sicht, Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters, Beiheft 18, Bonn.

Faust 2007a

Faust D., Bodenbestandteile, 365–369, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Faust 2007b

Faust D., Bodengeographie: Definition und Bodenbildungsfaktoren, 362–365, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Faust, Kleber 2007

Faust D. und Kleber A., Verwitterung als Voraussetzung für Bodenbildung, Pflanzenwuchs und Reliefformung, 278–282, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Favory, Nuninger 2009

Favory, F. und Nuninger, L. (Hg.), Archaedyn. 7 Millennia of Territorial Dynamics. Settlement pattern, production and trades from Neolithic to Middle Ages. Dijon.

Fehn 2006

Fehn K., »Genetische Siedlungsforschung« als Aufbruch: Optionen und Bindungen bei der Gründung des »Arbeitskreises für genetische Siedlungsforschung in Mitteleuropa« 1974, Siedlungsforschung. Schwerpunktthema: Historische Kulturlandschaftsforschung 24, 13–34.

Fehn, Simms 2005

Fehn K. und Simms A. (eds.), Wege der historischen Geographie und Kulturlandschaftsforschung. Ausgewählte Beiträge zum 70. Geburtstag von Dietrich Denecke, Geographie, Stuttgart.

Fellmeth et al. 2007

Fellmeth U., Guyot P., und Sonnabend H. (Hg.), Historische Geographie der Alten Welt. Grundlagen, Erträge, Perspektiven; Festgabe für Eckart Olshausen aus Anlass seiner Emeritierung. Hildesheim: Olms.

Fentress 2000

Fentress E., What are we counting for?, 44–52, in: Francovich und Patterson (eds.) 2000.

Figueiredo, Leite Velho 2005

Figueiredo A. und Leite Velho G. (eds.), The world is in your eyes, Proc. of the XXXIII CAA2005 Conference, Tomar.

Fischer Ausserer 2004

Fischer Ausserer K., Börner W., Goriany M. und Karlhuber-Vöckl L. (eds.), [Enter the Past]. The e-way into the four dimensions of cultural heritage; CAA 2003; computer applications and quantitative methods in archaeology; proceedings of the 31st conference, Vienna, Austria, April 2003, BARIntSer 1227, Oxford.

Fischer-Kowalski et al. 1997

Fischer-Kowalski M., Haberl H., Hüttler W., Payer H., Schandl H., Winiwarter V. und Zangerl-Weisz H. (eds.), Gesellschaftlicher Stoffwechsel und Kolonisierung von Natur. Ein Versuch in Sozialer Ökologie, Amsterdam.

Fish 1999

Fish S.K., The Settlement Pattern Concept from an Americanist Perspective, 203–208, in: Billman und Feinman (eds.) 1999.

Flannery 1976a

Flannery K.V., Linear Stream Patterns and Riverside Settlement Rules, 173–179, in: Flannery (ed.) 1976b.

Flannery 1976b

Flannery K.V. (ed.), The Early Mesoamerican village, Studies in archaeology, New York.

Flannery 1976c

Flannery K.V., The village and its catchment area. Introduction, 91–95, in: Flannery (ed.) 1976b.

Fleming 1999

Fleming A., Phenomenology and the Megaliths of Wales: a Dreaming too far?, OxfJA 18, 119–125.

Fleming 2006

Fleming A., Post-processual Landscape Archaeology: a Critique, CambrAJ 16, 267–280.

Földes 2005

Földes C., Kontaktdeutsch: Zur Theorie eines Varietätentyps unter transkulturellen Bedingungen von Mehrsprachigkeit, Tübingen.

Forbes 2007

Forbes H., Meaning and Identity in a Greek Landscape. An Archaeological Ethnography, Cambridge.

Ford, Willey 1949

Ford J.A. und Willey G.R., Surface survey of the Virú Valleu, Peru. 1. Virú Valley; background and problems, Anthropological Papers of the American Museum of Natural History Vol. 43, Part 1, New York.

Fox 1923

Fox C., The Archaeology of the Cambridge Region, Cambridge.

Fraedrich 1996

Fraedrich W., Spuren der Eiszeit. Landschaftsformen in Europa, Heidelberg.

Francovich, Patterson 2000

Francovich R. und Patterson H. (eds.), Extracting meaning from ploughsoil assemblages, The Archaeology of Mediterranean Landscapes 5, Oxford.

French 2003

French C., Geoarchaeology in Action. Studies in soil micromorphology and landscape evolution, London, New York.

Freund et al. 2007
Freund S., Hardt M. und Weigel P. (eds.), Flüsse und Flusstäler als Wirtschafts- und Kommunikationswege, Siedlungsforschung. Archäologie - Geschichte - Geographie 25, Bonn.
Friedmann, Schäbitz 2007
Friedmann A. und Schäbitz F., Klima- und Vegetationsentwicklung in Mitteleuropa im Quartär, 428–434, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Friesinger 1988
Friesinger H., Das Kamptalprojekt und die Ergebnisse der Ausgrabungen 1987 und 1988, Das Waldviertel 37, 233–242.
Friesinger 2004
Friesinger H., Archäologie in Österreich. Materialien der Tagung „Eckpunkte für eine Strukturplanung / Profilentwicklung der Archäologie in Österreich bis 2009“ an der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, 17.-18. November 2003, Wien.
Friesinger et al. 1993
Friesinger H., Daim F., Kanelutti E. und Cichocki O. (eds.), Bioarchäologie und Frühgeschichtsforschung. Berichte des Symposiums der Kommission für Frühmittelalterforschung, 13. - 15. November 1990, Stift Zwettl, Niederösterreich, Wien.
Friesinger, Krinzinger 1997
Friesinger H. und Krinzinger F., Der römische Limes in Österreich. Führer zu den archäologischen Denkmälern, Wien.
Friesinger, Nikitsch 1982
Friesinger H. und Nikitsch R., Methoden und Möglichkeiten der Luftbildarchäologie in Niederösterreich, 21–24, in: Windl (ed.) 1982.
Friesinger, Vacha 1987
Friesinger H. und Vacha B., Die vielen Väter Österreichs, Wien.
Frischer, Dakouri-Hild 2008
Frischer B. und Dakouri-Hild A. (eds.), Beyond illustration: 2D and 3D digital technologies as tools for discovery in archaeology, BARIntSer 1805, Oxford.
Fritsch 2005
Fritsch D. (ed.), Photogrammetric Week, Heidelberg.
Frühauf 2007
Frühauf M., Formbildung durch anthropogene und quasinatürliche Prozesse, 312–315, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Fuchs, Fürst 2003
Fuchs G. und Fürst J., Mittlerer Flurabstand des Grundwasserspiegels, in: BMLFUW1 (ed.) 2003.
Fuhrmann 2007
Fuhrmann S., Digitale Historische Geobasisdaten im Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV). Die Urmappe des Franziszeischen Kataster, Vermessung & Geoinformation 95, 24–35.
Fürst 2003
Fürst J., Gewässernetzdichte, in: BMLFUW1 (ed.) 2003.
Gabler 1994
Gabler D., Die ländliche Besiedlung Oberpannoniens, 377ff., in: Bender und Wolff (eds.) 1994.
Gabriel 2004
Gabriel M. (ed.), Paradigmen der akteurszentrierten Soziologie, Wiesbaden.
Gaffney 2008
Gaffney C., Detecting trends in the prediction of the buried past: a review of geophysical techniques in archaeology, Archaeometry 50, 313–336.
Gaffney 2009
Gaffney C.,The use of geophysical techniques in landscape studies: Experience from the commercial sector, 201–204, in: Campana (ed.) 2009.
Gaffney et al. 2008
Gaffney C., Gaffney V., Cuttler R. und Yorston R., Initial Results using GPS Navigation with the Foerster Magnetometer System at the World heritage Site of Cyrene Libya, Archaeological Prospection 15, 1–16.
Gaffney et al. 2012
Gaffney C., Gaffney V., Neubauer W., Baldwin E., Chapman H., Garwood P., Moulden H., Sparrow T., Bates R., Löcker K., Hinterleitner A., Trinks, I., Nau E., Zitz T., Floery S., Verhoeven G., Doneus M., The stonehenge hidden landscapes project. Archaeological Prospection, 19(1), 2012, 147-155
Gaffney, Gaffney 2000
Gaffney C. und Gaffney V., Non-invasive Investigations at Wroxeter at the end of the 20th Century, Archaeological Prospection 7.
Gaffney, Gater 2003
Gaffney C. und Gater J., Revealing the buried past. Geophysics for archaeologists, Stroud.
Gaffney 2000
Gaffney V., Ceramics and the site: is survey enough?, 29–43, in: Francovich und Patterson (eds.) 2000.
Gaffney et al. 1991
Gaffney V., Bintliff J. und Slapšak B., Site Formation Processes and the Hvar Survey Project, Yugoslavia, 59–77, in: Schofield (ed.) 1991b.
Gaffney Stančič 1991
Gaffney V. und Stančič Z., GIS approaches to regional analysis: A case study of the island of Hvar, Research in-

situte of the Faculty of Arts and Science University of Ljubljana.

Gaffney, van Leusen 1995

Gaffney V. und van Leusen M., Postscript - GIS, environmental determinism and archaeology: a parallel text, 367–382, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.

Gaffney, White 2007

Gaffney V.L. und White R.H., Wroxeter, the Cornovii, and the Urban Process: final report on the Wroxeter Hinterland Project 1994–1997, Volume 1: Researching the Hinterland, JRA - Supplementary series 68, Portsmouth, RI.

Gaiser 2007

Gaiser T. Bodenklassifikationssysteme, 380–389, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Gallagher, Josephs 2008

Gallagher J.M. und Josephs R.L., Using LiDAR to Detect Cultural Resources in a Forest Environment: an Example from Isle Royale National Park, Michigan, USA, Archaeological Prospection 15, 187–206.

Gardner 2007

Gardner A., Agency uncovered. Archaeological perspectives on social agency, power, and being human, Walnut Creek, Calif.

Gassner et al. 2002

Gassner V., Jilek S. und Ladstätter, S., Am Rande des Reiches. Die Römer in Österreich, Österreichische Geschichte, Wien.

Gates 1970

Gates D.M., Physical and Physiological Properties of Plants, 224–252, in: Committee on Remote Sensing for Agricultural Purposes (ed.) 1970.

Gebhardt et al. 2007

Gebhardt H., Glaser R., Radtke U. und Reuber P., Verschiedene Antworten auf die Frage nach der Geographie, 43-63. In: Gebhardt, Glaser, Radtke und Reuber (Hg.) 2007.

Gebhardt et al. 2007a

Gebhardt H., Glaser R., Radtke U. und Reuber P. (eds.), Geographie. Physische Geographie und Humangeographie, Heidelberg.

Geisler 1988

Geisler G., Pflanzenbau. Ein Lehrbuch - Biologische Grundlagen und Technik der Pflanzenproduktion. 2., neubearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin und Hamburg.

Georgopoulos 2007

Georgopoulos A. (ed.), AntiCIPAting the Future of the Cultural Past. Proceedings of the XXI[st] International Symposium CIPA, Athens 2007, The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences Vol. XXXVI-5/C53.

Gerlach 1995

Gerlach R., Die hydrologischen und klimatischen Bedingungen des Wassernetzes im Römischen Germanien, ArchKorrBl 25, 97–106.

Gerlach 2003

Gerlach R., Wie dynamisch sind die gezogenen Grundlagen einer archäologischen Prognose? Die Veränderungen von Relief, Boden und Wasser seit dem Neolithikum, 89–96, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.

Gerstner 1996

Gerstner W., Archäologie und Landwirtschaft, 19–27, in: Becker (ed.) 1996a.

Gethmann 1995

Gethmann C.F., Gestalttheorie, 765–766, in: Mittelstrass (ed.) 1995a.

Gkiasta 2008

Gkiasta M., The historiography of landscape research on Crete. Archaeological Studies Leiden University, 16, Leiden: Leiden University Press.

Giddens 1984

Giddens A., The constitution of society. Outline of the theory of structuration, social and political theory, Cambridge.

Giddens 1992

Giddens A., Die Konstruktion der Gesellschaft. Grundzüge einer Theorie der Strukturierung, Frankfurt a.M. / New York.

Gietl 2004

Gietl R., Die Römer auf den Pässen der Ostalpen. Unpubl. Dipl., Wien.

Gietl et al. 2008

Gietl R., Doneus M. und Fera M., Cost Distance Analysis in an Alpine Environment. Comparison of Different Cost Surface Modules, in: Posluschny et al. (eds.) 2008.

Giles 2004

Giles M., Reassembling labour, 118–126, in: Chadwick (ed.) 2004c.

Gillings 1995

Gillings M., Flood dynamics and settlement in the Tisza valley of north-east Hungary: GIS and the upper Tisza project, 67–84, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.

Gillings 1997

Gillings M., Not Drowning but Waving? The Tisza Flood-Plain Revisited, in: Johnson und North (eds.) 1997.

Gillings 1998

Gillings M., Embracing uncertainty and challenging dualism in the GIS-based study of a palaeo-flood plain, European journal of Archaeology 1, 117–143.

Gillings et al. 2000
Gillings M., Mattingly D. und Dalen J.v. (eds.), Geographical information systems and landscape archaeology, The Archaeology of Mediterranean Landscapes 3, Oxford.
Gillings, Wheatley 2001
Gillings M. und Wheatley D., Seeing is not Believing, 25–36, in: Slapšak (ed.) 2001.
Giuliani 2003
Giuliani L., Kleines Plädoyer für eine archäologische Hermeneutik, die nicht mehr verstehen will, als sie auch erklären kann, und die nur soviel erklärt, wie sie verstanden hat, 9–22, in: Heinz et al. (eds.) 2003.
Given 2004
Given M., Mapping and Manuring: can we compare sherd density figures?, 13–21, in: Alcock und Cherry (eds.) 2004.
Glaser 2007a
Glaser R., Klimageographie: Definitionen, Probleme, Forschungsfelder und Aufgaben, 190–192, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Glaser 2007b
Glaser R., Klimasystem, 193–194, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Glaser 2008
Glaser R., Klimageschichte Mitteleuropas. 1200 Jahre Wetter, Klima, Katastrophen, Darmstadt.
Glawion 2007a
Glawion R., Biogeographie: Grundlagen, 404–406, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Glawion 2007b
Glawion R., Ökologie der Pflanzen und Tiere, 415–425, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Gleirscher 2006
Gleirscher P., Ertauchte Geschichte. Zu den Anfängen von Fischerei und Schifffahrt im Alpenraum, 43, in: Gleirscher und Leitner (eds.) 2006.
Gleirscher, Leitner 2006
Gleirscher P. und Leitner W. (eds.), Ertauchte Geschichte. Zu den Anfängen von Fischerei und Schifffahrt im Alpenraum; [Katalog zur Sonderausstellung „Ertauchte Geschichte“ im Landesmuseum Kärnten, 5. Mai bis 3. September 2006], Klagenfurt.
GNGTS 2008
GNGTS (ed.), 27° Convegno Nazionale GNGTS, Trieste, 6-8 Ottobre 2008 / ISSN: 88-902101-3-3, Trieste.
Godłowska et al. 1987
Godłowska M., Kozłowski J., Starkel L. und Wasyłikowa K., Neolithic settlement at Plezow and changes in the natural environment in the Vistula valley, Ptzeglad Archeologiczny 34, 133–159.
Gojda 1994
Gojda M., Aerial archaeology: The view from a small continental country, AARGNews 9, 23–24.
Gojda 1995
Gojda M., Archaeologists or aviators? A contribution to the discussion on aerial archaeology in Britain, 277–280, in: Kuna und Venclová (eds.) 1995.
Gojda 1997
Gojda M., Letecká archeologie v. Cechach. Aerial archaeology in Bohemia, Praha.
Gojda 2005
Gojda M., Features, Sites and Settlement Areas in the View of Air Survey (Bohemia, 1992-2003), 101–111, in: Bourgeois und Meganck (eds.) 2005.
Goldstein 1997
Goldstein B., Wahrnehmungspsychologie. Eine Einführung, Spektrum, akad. Verlag.
Goudie 2002
Goudie A., Physische Geographie. Eine Einführung, Spektrum Lehrbuch, Heidelberg.
Gradmann 1933
Gradmann R., Die Steppenheidetheorie, Geographische Zeitschrift 39, 265–278.
Grady 2007
Grady D., Crop marks on clay - getting the timing right, 34–42, in: Mills und Palmer (eds.) 2007b.
Graf 1990
Graf G., Bemerkungen zur Geomorphologie im Bereich der Lackenmoosalm, 168–180, in: Mandl und Mandl-Neumann (eds.) 1990.
Gramsch 1996
Gramsch A., Landscape Archaeology: of Making and Seeing, Journal of European Archaeology 4, 19–38.
Gramsch 2003
Gramsch A., Landschaftsarchäologie - ein fachgeschichtlicher Überblick und ein theoretisches Konzept, 35–54, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Grant 1986
Grant E. (ed.), Central Places, Archaeology and History, Sheffield.
Gregory 1977
Gregory K.J. (ed.), River Channel Changes, Chichester.
Griebl 2012 [Im Druck]
Griebl M., Der Leitharaum in der älteren Eisenzeit (Hallstattkultur), in: Doneus und Griebl (eds.) 2012 [Im Druck].
Gringmuth-Dallmer 1983
Gringmuth-Dallmer E., Die Entwicklung der frühgeschichtlichen Kulturlandschaft auf dem Territorium der DDR

unter besonderer Berücksichtigung der Siedlungsgebiete, Schriften zur Ur- und Frühgeschichte 35, Berlin.

Gringmuth-Dallmer 1993

Gringmuth-Dallmer E., Frühe Zentren im südlichen Ostseegebiet, 77–89, in: Możdzioch (ed.) 1993.

Groh et al. 1999

Groh S., Neubauer W. und Eder-Hinterleitner A., Ergebnisse der ersten archäologisch-geophysikalischen Prospektion im Stadtgebiet von Flavia Solva, Steiermark, ArchA 82-83, 27–38.

Groneborn 2009

Groneborn D., Climate fluctuations and trajectories to complexity in the Neolithic: towards a theory, Documenta Praehistorica XXXVI, 97–110.

Grosman 1996

Grosman D. Antično Posavje (Roman Posavje), 43–82, in: Guštin et al. (eds.) 1996.

Guaitoli 2003

Guaitoli M. (ed.), Lo sguardo di Icaro. Le collezioni dell'Aerofototeca nazionale per la conoscenza del territorio, Roma.

Gugl et al. 2008

Gugl C., Doneus M. und Doneus N., Roman field boundaries in West Pannonia – diversity of a system, 113–125, in: Compatangelo et al. (eds.) 2008.

Gugl, Kastler 2007

Gugl C. und Kastler R. (eds.), Legionslager Carnuntum. Ausgrabungen 1968 - 1977, Der Römische Limes in Österreich 45, Wien.

Guštin et al. 1996

Guštin M., Novaković, P., Grosman D., Mušič B. und Lubšina-Tušek M. (eds.), Rimsko podeželje (Roman Countryside), Ljubljana.

Haarnagel 1979

Haarnagel W., Die Grabung Feddersen Wierde. Methode, Hausbau, Siedlungs- und Wirtschaftsformen sowie Sozialstruktur, Feddersen Wierde 2, Wiesbaden.

Haberl 1999

Haberl H., Störfaktor Landschaft, 41–48, in: Haberl und Strohmeier (eds.) 1999.

Haberl, Strohmeier 1999

Haberl H. und Strohmeier G. (eds.), Kulturlandschaftsforschung, iff texte 5, Wien.

Hageman, Bennett 2000

Hageman J.B. und Bennett D.A., Construction of Digital Elevation Models for Archaeological Applications, 113–127, in: Westcott und Brandon (eds.) 2000.

Haigh 1996

Haigh J.G.B., Another member of the AERIAL software family, AARGNews 12, 26–33.

Haigh 1998

Haigh J.G.B., Rectification of aerial images under Microsoft Windows, Archaeological Computing Newsletter 51, 12–20.

Haigh 2000

Haigh J.G.B., Developing rectification programs for small computers, Archaeological Prospection 7.

Haigh 2005

Haigh J.G.B., From Photographs to Maps. A Collaborative Development, 201–212, in: Bourgeois und Meganck (eds.) 2005.

Hamilton, Whitehouse 2006

Hamilton S. und Whitehouse R., Phenomenology in practice: towards a methodology for a ‚subjective' approach, European journal of Archaeology 9, 31–71.

Hampton 1974

Hampton J.N., An experiment in multispectral air photography for archaeological research, Photogramm. Rec. 8, 37–64.

Hampton 1983

Hampton J.N., Some aspects of interpretation and mapping of archaeological evidence from air phoptography. In: The impact of aerial reconnaissance on archaeology, 109–123, in: Maxwell (ed.) 1983.

Hansa Luftbild GmbH 1938

Hansa Luftbild GmbH (ed.), Luftbild und Vorgeschichte 16, Berlin.

Hard 1970

Hard G., Die „Landschaft" der Sprache und die „Landschaft" der Geographen. Semantische und forschungslogische Studien zu einigen zentralen Denkfiguren in der deutschen geographischen Literatur, Bonn.

Hard 2003a

Hard G. (ed.), Dimensionen geographischen Denkens. Aufsätze zur Theorie der Geographie. Band 2, Osnabrücker Studien zur Geographie 23, Göttingen.

Hard 2003b

Hard G., Eine Raum-Klärung für aufgeweckte Studenten, 15–28, in: Hard (ed.) 2003a.

Harflinger, Knees 1999

Harflinger O. und Knees G., Klimahandbuch der Österreichischen Bodenschätzung. Klimatographie. Teil 1, Innsbruck.

Härke 2000

Härke H. (ed.), Archaeology, ideology and society. The German experience, Gesellschaften und Staaten im Epochenwandel 7, Frankfurt am Main.

Harmon et al. 2006

Harmon J.M., Leone M.P., Prince S.D. und Snyder M., LIDAR for Archaeological Landscape Analysis: A Case Study

of Two Eighteenth-Century Maryland Plantation Sites, American Antiquity 71, 649–670.

Harris, Lock 1990

Harris T.M. und Lock G., The diffusion of a new technology: a perspective on the adoption of geographic information systems within UK archaeology, 33–53, in: Allen et al. (eds.) 1990.

Hartmann 1980

Hartmann N., Philosophie der Natur. Abriß der speziellen Kategorienlehre, de Gruyter, Berlin.

Hartmann 2007

Hartmann S. (ed.), Fauna and Flora in the Middle Ages, Beih. Mediävistik 8, Frankfurt am Main.

Haselgrove 1985

Haselgrove C., Inference from Ploughsoil Artefact Samples, 7–29, in: Haselgrove et al. (eds.) 1985.

Haselgrove 1986

Haselgrove C., Central Places in British Iron Age Studies: a Review and Some Problems, 3–12, in: Grant (ed.) 1986.

Haselgrove et al. 1985

Haselgrove C., Millett M. und Smith I. (eds.), Archaeology from the Ploughsoil. Studies in the Collection and Interpretation of Field Survey data, Sheffield.

Hassler, Hassler 1993

Hassler D. und Hassler M., Entstehung und Entwicklung von Hohlwegen, 67–82, in: Wolf und Hassler (eds.) 1993.

Häussermann et al. 1991

Häussermann H., Ipsen D. und Krämer-Badoni T. (eds.), Stadt und Raum. Soziologische Analysen, Pfaffenweiler.

Haussmann 1991

Haussmann T., Erklären und Verstehen. Zur Theorie und Pragmatik der Geschichtswissenschaft; mit einer Fallstudie über die Geschichtsschreibung zum Deutschen Kaiserreich von 1871-1918, Suhrkamp-Taschenbuch Wissenschaft 918, Frankfurt am Main.

Hayes 1991

Hayes P.P., Models for the Distribution of Pottery around Former Agricultural Settlements, 81–92, in: Schofield (ed.) 1991b.

Heege 1989

Heege E., Studien zum Neolithikum in der Hildesheimer Börde, Veröffentlichungen der urgeschichtlichen Sammlungen des Landesmuseums Hannover 35, Hildesheim.

Heilen et al. 2008

Heilen M.P., Schiffer M.B. und Reid J.J., Landscape Formation Processes, 601–608, in: David und Thomas (eds.) 2008a.

Heinrich et al. 2010

Heinrich M., Kollars B., Moshammer B., Rabeder J. und Doneus M., Aufnahme historischer Steinbrüche im Leithagebirge, Journal of Alpine Geology 52, 137–138.

Heinz et al. 2003

Heinz M., Eggert M.K.H. und Veit U. (eds.), Zwischen Erklären und Verstehen? Beiträge zu den erkenntnistheoretischen Grundlagen archäologischer Interpretation, Tübinger Archäologische Taschenbücher (TAT) 2, Münster.

Heizer 1959

Heizer R.F. (ed.), The Archaeologist at Work: A Source Book in Archaeological Method and Interpretation, New York.

Helbing et al. 1997

Helbing D., Schweitzer F., Keltsch J. und Molnár P., Active walker model for the formation of human and animal trail systems, Physical Review E 56, 2527–2539.

Hellbrück, Fischer 1999

Hellbrück J. und Fischer M., Umweltpsychologie. Ein Lehrbuch, Göttingen.

Heller 2006

Heller E., GoogleEarth. Ein weltweites Hilfsmittel für die Luftbildarchäologie, VDVmagazin, 356–358.

Helming et al. 2002

Helming G., Scholkmann B. und Untermann M. (eds.), Centre - Region - Periphery. Medieval Europe 2002. 3rd International Conference of Medieval and Later Archaeology Basel (Switzerland) 10.-15. September 2002, Preprinted Papers Vol. 2, Hertingen.

Hempel, Oppenheim 1948

Hempel C.G. und Oppenheim P., Studies in the Logic of Explanation, Philosophy of Science 15, 135–175.

Henderson 1989

Henderson J.S. (ed.), Scientific Analysis in Archaeology, Monograph 19, Oxford.

Herbich 1996

Herbich J., Relationships Between the Contemporary Distribution of Weed Types and Earlier Settlements along the Lower Vistula Banks (Northern Poland), Archaeological Prospection 3, 1–11.

Heron 2001

Heron C., Geochemical Prospecting, 565–573, in: Brothwell und Pollard (eds.) 2001.

Herrmann 2008

Herrmann B. (ed.), Beiträge zum Göttinger Umwelthistorischen Kolloquium 2007 - 2008, Göttingen.

Herrmann 1993

Herrmann F.R. (ed.), Zeitspuren-Luftbildarchäologie in Hessen, Wiesbaden.

Herzog 2008
Herzog I., Berechnung von optimalen Wegen am Beispiel der Zeitstraße, AInf 31, 87–96.
Hesse 2010
Hesse R., LiDAR-derived Local Relief Models - a new tool for archaeological prospection, Archaeological Prospection 17, 67–72.
Hettner 1927
Hettner, A. Die Geographie. Ihre Geschichte, ihr Wesen und ihre Methoden, Breslau 1927.
Higuchi 1983
Higuchi T., The Visual and Spatial Structure of Landscapes, Cambridge, Massachusetts.
Hillemeyer 2003
Hillemeyer E.-M. (ed.), Studien zur Siedlungsarchäologie III, UPA Bd. 94, Bonn.
Hinz 2008
Hinz M., Rezension. Knut Petzold, Soziologische Theorien in der Archäologie. Konzepte, Probleme, Möglichkeiten (Saarbrücken 2007), Rundbrief Arbeitsgemeinschaft TheorieArch 7, 33–39.
Hodder 1984
Hodder I., Burials, houses, women and men in the European Neolithic, 51–68, in: Miller und Tilley (eds.) 1984.
Hodder 1990
Hodder I., The domestication of Europe. Structure and contingency in neolithic societies, Social archaeology, Oxford.
Hodder 1999
Hodder I., The Archaeological Process, Oxford.
Hodder 2000
Hodder I., Agency and individuals in long-term processes, 21–33, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.
Hodder, Hutson 2008
Hodder I. und Hutson S., Reading the past. Current approaches to interpretation in archaeology, Cambridge.
Hodder, Orton 1976
Hodder I. und Orton C., Spatial analysis in archaeology, New Studies in Archaeology, Cambridge.
Hofton et al. 2000
Hofton M.A., Minster J.B. und Blair B.J., Decomposition of Laser Altimeter Waveforms, IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 38, 1989–1996.
Holcomb, Shingiray 2007
Holcomb D.W. und Shingiray I.L., Imaging Radar in Archaeological Investigations: An Image-Processing Perspective, 11–45, in: Wiseman und El-Baz (eds.) 2007.
Holden 2001
Holden N., Digital airborne remote sensing: the principles of LIDAR and CASI, AARGNews 22, 23.
Holden et al. 2002
Holden N., Horne P. und Bewley R.H., High-resolution digital airborne mapping and archaeology, 173–180, in: Bewley und Rączkowski (eds.) 2002a.
Holdermann et al. 2007
Holdermann C.-S., Kaufer C. und Wink K., „Walking in the past“ – Ein EU-gefördertes Pilotprojekt. Siedlungsarchäologische Untersuchungen in Vorarlberg mit GPS und GIS, AÖ 18, 54–59.
Holdermann, Manner 2003
Holdermann C.-S. und Manner H., Ein Aufnahmesystem zur siedlungsarchäologischen Erfassung am Beispiel des alpinen Bereiches. Ein Beitrag zur Analyse historischer und prähistorischer Raumnutzungskonzepte, AInf 26, 155–165.
Holliday 1992
Holliday V.T. (ed.), Soils in Archaeology. Landscape Evolution and Human Occupation, Washington.
Holliday, Gartner 2007
Holliday V.T. und Gartner W.G., Methods of soil P analysis in archaeology, JASc 34, 301–333.
Holtorf 1998
Holtorf C., The life-histories of megaliths in Mecklenburg-Vorpommern (Germany), WorldA 30, 23–38.
Holzer 2008
Holzer V., Der keltische Kultbezirk in Roseldorf (Sandberg), in: Lauermann und Trebsche (eds.) 2008.
Hooke 1977
Hooke J.M., The distribution and nature of changes in river channel pattern, 265–280, in: Gregory (ed.) 1977.
Hoops 1973
Hoops J. (ed.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde XXVIII, Berlin, New York.
Hoops 1978
Hoops J. (ed.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde XX, Berlin, New York.
Hoops 1995
Hoops J. (ed.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde XII, Berlin, New York.
Hoops 1998
Hoops J. (ed.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde XII, Berlin, New York.
Hoops 2002
Hoops J. (ed.), Reallexikon der Germanischen Altertumskunde XXI, Berlin, New York.
Horne, MacLeod 1997
Horne P. und MacLeod D., Ilford professional Delta 100 - a note, AARGNews 14, 10.
Horváth 2004
Horváth A., Archaeological Sites as Indicators of Environ-

mental Changes in Hungary during Prehistory, 49–63, in: Dobrzańska et al. (eds.) 2004.

Hoskins 1954

Hoskins W.G., Devon, London.

Hoskins 1955

Hoskins W.G., The Making of the English Landscape, London.

Howard, Macklin 1999

Howard A.J. und Macklin M.G., A generic geomorphological approach to archaeological interpretation and prospection in British river valleys: a guide for archaeologists investigating Holocene landscapes, Antiquity 73, 527–541.

Howard 2007

Howard P., Archaeological Surveying and Mapping, London, New York.

Hubbard 2009

Hubbard P. (ed.), Key thinkers on space and place, Los Angeles.

Hubel 1989

Hubel D.H., Auge und Gehirn. Neurobiologie des Sehens, Spektrum-Bibliothek 20, Heidelberg.

Hugh-Jones 1979

Hugh-Jones C., From the Milk River, Cambridge.

Hvass 1982

Hvass S., Ländliche Siedlungen der Kaiser- und Völkerwanderungszeit in Dänemark, Offa 39, 189–195.

Iannone 2006

Iannone G., Archaeological approaches to ancient Maya geopolitical borders, 205–214, in: Robertson et al. (eds.) 2006.

Ille 1993

Ille P., Methoden der Luftbildarchäologie, 18–25, in: Herrmann (ed.) 1993.

Indruszewski 2004

Indruszewski G., GIS-Analysis in the Reconstruction of an Early Medieval Landscape. The Upper Lusatian Case-study, 267-270 / 1-14(CD), in: Fischer Ausserer et al. (eds.) 2004.

Ingold 1993

Ingold T., The temporality of the landscape, WorldA 25, 152–174.

Ingold 2000

Ingold T., The perception of the environment. Essays on livelihood, dwelling and skill, London.

Ingold 2007

Ingold T., Lines. A brief history, London.

Ioannides et al. 2006

Ioannides M., Arnold D., Niccolucci F. und Mania K. (eds.), The 7th International Symposium on Virtual Reality, Archaeology and Cultural Heritage VAST (2006).

ISPRS 2004

ISPRS (ed.), Proceedings of the XXth ISPRS congress on „Geo-imagery Bridging Continents", Int. Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXV, Part B7, Istanbul.

ISPRS 2008

ISPRS (ed.), Proceedings of the XXIst ISPRS Congress „Silk Road for Information from Imagery", The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVII, Part B7.

Jacomet, Kreuz 1999

Jacomet S. und Kreuz A., Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung, UTB, Stuttgart.

Jäger 1998

Jäger H., Gewässer, 30–36, in: Hoops (ed.) 1998.

Jankuhn 1973

Jankuhn H., Archäologische Landesaufnahme, 391–394, in: Hoops (ed.) 1973.

Jankuhn 1977

Jankuhn H., Einführung in die Siedlungsarchäologie, Berlin - New York.

Jaritz 2000

Jaritz G. (ed.), Kontraste im Alltag des Mittelalters. Forschungen des Instituts für Realienkunde des Mittelalters und der frühen Neuzeit. Internationaler Kongress, Krems an der Donau, 29. September bis 2. Oktober 1998, Diskussionen u. Mat. 5, Wien.

Jeammet 2010

Jeammet, V. (Hg.), Tanagras. Figurines for life and eternity: the Musée du Louvre's collection of Greek figurines, Musée National du Louvre; Bancaja.

Jennbert et al. 1991

Jennbert K., Larsson L., Petrè R. und Wyszomirska-Werbart B. (eds.), Regions and Reflections. In Honour of Märta Strömberg, Acta Archaeologia Lundensia Series 8, No 20, Lund.

Jeute 2008

Jeute G.H., Rezension zu: Petzold, Knut: Soziologische Theorien in der Archäologie. Konzepte, Probleme, Möglichkeiten. Saarbrücken 2007, H-Soz-u-Kult.

Jeute et al. 2007

Jeute G.H., Schneeweiss J. und Theune C. (eds.), Aedificatio terrae. Beiträge zur Umwelt- und Siedlungsarchäologie Mitteleuropas. Festschrift für Eike Gringmuth-Dallmer zum 65. Geburtstag, Rahden/Westf.

Jobst 1983
Jobst W., Provinzhauptstadt Carnuntum. Österreichs größte archäologische Landschaft, Himberg.
Johnson 1972
Johnson G.A., A Test of the Utility of Central Place Theory in Archaeology, 769–785, in: Ucko et al. (eds.) 1972.
Johnson, North 1997
Johnson I. und North M. (eds.), Archaeological applications of GIS. Proceedings of colloquium II, UISPP XIIIth congress, Forli, Italy, September 1996, Sydney University Archaeological Methods Series 5 (CD-ROM), Sydney.
Johnson 1999
Johnson M., Archaeological Theory. An Introduction, Oxford.
Johnson 2000
Johnson M., Self-made men and the staging of agency, 213–231, in: Dobres und Robb (eds.) 2000a.
Johnson 2007
Johnson M., Ideas of Landscape, Oxford.
Johnston 1998
Johnston R., Approaches to the perception of landscape: Philosophy, theory, methodology, Archaeological Dialogues 5, 54–68.
Jones 1987
Jones B. (ed.), The Neolithic Landscape in the Tavoliere, Soc. Antiqu. Report 44, London.
Jones 2005
Jones M., Environmental Archaeology, 85–89, in: Renfrew und Bahn (eds.) 2005.
Jones, Evans 1975
Jones R.J. und Evans R., Soil and crop marks in the recognition of archaeological sites by air photography, 1–11, in: Wilson (ed.) 1975a.
Joseph 2005
Joseph G., Fundamentals of remote sensing. Hyderabad.
Kalliany et al. 2002
Kalliany R., Leberl F. und Fraundorfer F. (eds.), Photogrammetric Computer Vision, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIV, 3A, Graz, Austria.
Kamermans 1999
Kamermans H., GIS in Palaeolithic Archaeology. A Case Study from the Southern Netherlands, 1-15 (CDROM), in: Dingwall et al. (eds.) 1999.
Kamermans 2000
Kamermans H., Land evaluation as predictive modelling: a deductive approach, 124–146, in: Lock (ed.) 2000a.
Kamermans 2003
Kamermans H., Predictive Maps and Land Quality Mapping, 151–160, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Kamermans et al. 2009
Kamermans H., van Leusen M. und Verhagen P. (eds.), Archaeological prediction and risk management. Alternatives to current practice, Archaeological Studies Leiden University 17, Leiden.
Kandler 1997
Kandler M. (Hrsg.), Das Auxiliarkastell Carnuntum 2. Forschungen seit 1989, Sonderschriften des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien, 30 (Wien 1997).
Kandler et al. 2001
Kandler M., Neubauer W. und Doneus M., The eastern front of the auxiliary camp at Carnuntum, 128–129, in: Doneus et al. (eds.) 2001b.
Kaniewski et al. 2008
Kaniewski D., Paulissen E., van Campo E., Al-Maqdissi M., Bretschneider J. und van Lerberghe K., Middle East coastal ecosystem response to middle-to-late Holocene abrupt climate changes, PNAS 105, 13941–13946.
Kappas 1994
Kappas M., Fernerkundung nah gebracht. Leitfaden für Geowissenschaftler, Dümmlerbuch 7871, Bonn.
Kelletat 2007
Kelletat D., Formbildung durch Meteoriteneinschläge, 215–316, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Kelong et al. 2008
Kelong T., Yuqing W., Lin Y., Riping Z., Wei C. und Yoaboa M., A new archaeological remote sensing technology, 221–224, in: ISPRS (ed.) 2008.
Kennedy 1989
Kennedy D. (ed.), Into the sun. Essays in air photography in archaeology in honour of Derrick Riley, Sheffield.
Kiarszys et al. 2007
Kiarszys G., Rączkowski W. und Zuk L., In pursuit of the invisible: are there crop-marked sites on clay-like soils in Poland?, 55–72, in: Mills und Palmer (eds.) 2007b.
Kintigh 1988
Kintigh K.W., The effectiveness of subsurface testing: a simulation approach, American Antiquity 53, 686–707.
Kirsten et al. 1956
Kirsten E., Lehmann H. und Philippson A., Die griechische Polis als historisch-geographisches Problem des Mittelmeerraumes. Bonn: Ferd. Dummler.
Kitto 1978
Kitto H.D.F., Die Griechen, München.
Klein 2005
Klein R., Ökonomische und theoretische Grundlagen der

Wirtschaftsgeographie, 335–352, in: Schenk und Schliephake (eds.) 2005.

Klemm 1999

Klemm S., Altstraßenforschung in der Obersteiermark. Neueste archäologische Untersuchungen von Altstraßen in den Bezirken Leoben und Liezen, Da schau her 20, 26–29.

Klemm 2003

Klemm S., Montanarchäologie in den Eisenerzer Alpen, Steiermark. Archäologische und naturwissenschaftliche Untersuchungen zum prähistorischen Kupferbergbau in der Eisenerzer Ramsau, MPK 50, Wien.

Kluge 1975

Kluge F., Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache. 21. unveränderte Auflage, Berlin.

Knapp 1999

Knapp A.B., Ideational and Industrial Landscape on Prehistoric Cyprus, 229–252, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999b.

Knopf 2005

Knopf T., Mensch und Umwelt in der Archäologie - Alte Ansätze und neue Perspektiven, Archäol. Nachr. Bl. 10, 211–219.

Knopf 2008a

Knopf T., Das Umweltverhalten bäuerlicher Gruppen: Archäologische und ethnographische Informationen, 78–90, in: Knopf (ed.) 2008b.

Knopf 2008b

Knopf T. (ed.), Umweltverhalten in Geschichte und Gegenwart. Vergleichende Ansätze, Tübingen.

Knox, Marston 2001

Knox P.L. und Marston S.A., Humangeographie, Heidelerg, Berlin.

Knox, Marston 2008

Knox P.L. und Marston S.A., Humangeographie. 4. Auflage, Heidelberg, Berlin.

Kokalj et al. 2011

Kokalj Ž., Zakšek K., Oštir K., Application of sky-view factor for the visualisation of historic landscape features in lidar-derived relief models. In: Antiquity 85, S. 263–273.

Koschik 1998

Koschik H. (ed.), Brunnen der Jungsteinzeit. Internationales Symposium in Erkelenz, 27. bis 29. Oktober 1997, Köln.

Kossack 1974

Kossack G., Zehn Jahre Siedlungsforschung in Archsum auf Sylt. In: BRGK 55, S. 261–427.

Kossinna 1911

Kossinna, Die Herkunft der Germanen. Zur Methode der Siedlungsarchäologie, Mannus Bibliothek 6, Würzburg.

Krahmer, Schraps 1996-2010

Krahmer U. und Schraps W.G., Kartierungstechnik, 1–26, in: Blume (ed.) 1996-2010.

Krakker et al. 1983

Krakker J.J., Shott M.J. und Welch P.D., Design and Evaluation of shovel-test sampling in regional archaeological survey, JFieldA 10, 469–480.

Kramer 2006

Kramer D., Ein «König» in der Steiermark. Von Hallstatt nach Kleinklein – Ein Blick auf uralte Gräberfelder, Da schau her 27, 22–28.

Kraus 1990a

Kraus K., Fernerkundung - Band 2. Auswertung photographischer und digitaler Bilder, Bonn.

Kraus 1990b

Kraus K., Photogrammetrie - Band 1. Grundlagen und Standardverfahren, Dümmler Verlag, Bonn.

Kraus 2004

Kraus K., Photogrammetrie. Band1. Geometrische Informationen aus Photographien und Laserscanneraufnahmen. 7., vollständig bearbeitete und erweiterte Auflage, Berlin, New York.

Kraus, Otepka 2005

Kraus K. und Otepka J., DTM Modelling and Visualization - The SCOP Approach, 241–252, in: Fritsch (ed.) 2005.

Kraus, Pfeifer 1998

Kraus K. und Pfeifer N., Determination of terrain models in wooded areas with airborne laser scanner data, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 53, 193–203.

Kraus, Schneider 1988

Kraus K. und Schneider W., Fernerkundung - Band 1. Physikalische Grundlagen und Aufnahmetechniken, Bonn.

Krenn-Leeb 2008

Krenn-Leeb A., Strategie und Strategem: Überlegungen zu Tradition, Innovation und Legitimation anhand der frühbronzezeitlichen Depotfunde, Vorträge des 26. Niederbayerischen Archäologentages, 163–196.

Kromer, Pescheck 1957

Kromer K. und Pescheck C., Die hallstättischen Grabhügel in Niederösterreich und im Burgenland, MAnthrWien 87, 53 ff.

Kuhn 1962

Kuhn T.S., The Structure of Scientific Revolutions, Chicago.

Kuhnen 1992

Kuhnen H.P. (ed.), Gestürmt - geräumt - vergessen? Der Limesfall und das Ende der Römerherrschaft in Südwestdeutschland; [Begleitband zur Sonderausstellung vom 28.5. - 1.11. 1992 im Limesmuseum Aalen, Zweigmuseum des Württembergischen Landesmuseums Stuttgart],

Führer und Bestandskataloge / Württembergisches Landesmuseum Stuttgart, Archäologische Sammlungen 2, Stuttgart.

Kühtreiber 2003a

Kühtreiber T., Ein mittelalterlicher Steigbügel von der Tränkwiese, Gem. Schwarzau/Gebirge, Niederösterreich. Ein Beitrag zur interdisziplinären Altwegeforschung, 215–246, in: Österreichische Gesellschaft für Mittelalterarchäologie (ed.) 2003.

Kühtreiber 2003b

Kühtreiber T., Siedlungsarchäologie – Umweltarchäologie – Landschaftsarchäologie. Konzepte und Methoden. (http://www.univie.ac.at/igl.geschichte/brunner/kuehtreiber_abstract.htm).

Kühtreiber 2004

Kühtreiber T., Wirtschaft im Schatten der Burg. Zur Bedeutung herrschaftlicher Strukturen im unmittelbaren topographischen Kontext mittelalterlicher Burgen, Chateau Gillard 21, 163–177.

Kultur- und Museumsverein Mannersdorf am Leithagebirge 1980

Kultur- und Museumsverein Mannersdorf am Leithagebirge (ed.), Katalog des Museums Mannersdorf Teil 1.

Kümmel 2002

Kümmel C., Frühe Weltsysteme. Zentrum – und Peripherie Modelle in der Archäologie, Tübinger Texte 4, Rahden/Westf.

Kuna 1998a

Kuna M., Method of Surface Artefact Survey, 77–83, in: Neustupný (ed.) 1998a.

Kuna 1998b

Kuna M., The Memory of Landscapes, 106–115, in: Neustupný (ed.) 1998a.

Kuna 2000

Kuna M., Comments on archaeological prediction, 180–186, in: Lock (ed.) 2000a.

Kuna, Adelsbergerová 1995

Kuna M. und Adelsbergerová D., Prehistoric location preferences: an application of the GIs to the Vinořský potok project, Bohemia, Czech Republic, 117–131, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.

Kuna, Venclová 1995

Kuna M. und Venclová N. (eds.), Whither Archaeology? Papers in Honour of Evžen Neustupný, Prag.

Kunow 1988

Kunow J., Zentrale Orte in der Germania inferior, Arch. Korrespondenzblatt 18, 55–67.

Kunow 1989

Kunow J., Strukturen im Raum: geographische Gesetzmässigkeiten und archäologische Befunde aus Niedergermanien, ArchKorrBl 19, 377–390.

Kunow 1994

Kunow J., Zur Theorie von kontinuierlichen und diskontinuierlichen Entwicklungen im Siedlungswesen, 339–352, in: Dobiat (ed.) 1994.

Kunow 1995

Kunow J. (ed.), Luftbildarchäologie in Ost- und Mitteleuropa. Aerial Archaeology in Eastern and Central Europe. Internationales Symposium 26.-30. September 1994 Kleinmachnow. Land Brandenburg, Forschungen zur Archäologie im Land Brandenburg 3, Potsdam.

Kunow, Müller 2003

Kunow J. und Müller J. (eds.), Landschaftsarchäologie und geographische Informationssysteme. Prognosekarten, Besiedlungsdynamik und prähistorische Raumordnungen; Symposium vom 15. bis 19. Oktober 2001 in Wünsdorf, Archäoprognose Brandenburg 1, Wünsdorf.

Kunz 2004

Kunz V., Rational choice, Campus-Einführungen, Frankfurt am Main.

Küster 1996

Küster H., Geschichte der Landschaft in Mitteleuropa. Von der Eiszeit bis zur Gegenwart, München.

Küster 1998

Küster H., Geschichte des Waldes. Von der Urzeit bis zur Gegenwart, München.

Küster 2001

Küster H., Die Dynamik von Natur und die stabilen Zustände von Landschaft und Siedlung, 17–22, in: Schauer (ed.) 2001.

Küster et al. 1998

Küster H., Lang A. und Schauer P. (eds.), Archäologische Forschungen in urgeschichtlichen Siedlungslandschaften. Festschrift für Georg Kossack zum 75. Geburtstag, Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie 5, Regensburg.

Kutschera 1960

Kutschera L., Wurzelatlas mitteleuropäischer Ackerkräuter und Kulturpflanzen, Frankfurt am Main.

Kuzma 2007

Kuzma, I. (ed.), Publikácia vznikla v rámci Centra excelentnosti SAV Výskumné centrum Najstarsích dejín Podunajska pri Archeologickom ústave SAV v Nitre, Nitra.

Kvamme 1985

Kvamme K.L., Determining Empirical Relationships between the Natural and Prehistoric Site Location: A Hunter-Gatherer Example, 208–238, in: Carr (ed.) 1985.

Kvamme 1990

Kvamme K.L., GIS algorithms and their effects on regional archaeological analysis, 112–125, in: Allen et al. (eds.) 1990.

Kvamme 1995
Kvamme K.L., A view from across the water: the North American experience in archaeological GIS, 1–14, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.
LAC2010 2010
LAC2010, 1st international Landscape Archaeology Conference 2010 (LAC2010). 26 - 28 & 29 January 2010. Programme and Abstracts, Amsterdam.
Lampel 1899
Lampel J., Erörterungen und Materialien zur Geschichte der Leithagrenze, Blätter des Vereins für Landeskunde von Niederösterreich 33.
Lane 2008
Lane P.J., The Use of Ethnography in Landscape Archaeology, 237–244, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
Läpple 1991
Läpple D., Essay über den Raum. Für ein gesellschaftswissenschaftliches Raumkonzept, 157–207, in: Häussermann et al. (eds.) 1991.
Laszlovszky, Szabó 2003
Laszlovszky J. und Szabó P. (eds.), People and nature in historical perspective, CEU medievalia 5, Budapest.
Lauermann, Trebsche 2008
Lauermann E. und Trebsche P. (eds.), Heiligtümer der Druiden. Opfer und Rituale bei den Kelten, Katalog des NÖ Landesmuseums, Neue Folge, 474, Asparn a.d.Zaya.
Laurent 1984
Laurent J.-P. (ed.), Les Chartreux, le désert et le monde (1084-1984): neuvième centenaire de la fondation de la Grande Chartreuse. Exposition réalisée au Musée Dauphinois, Grenoble.
Leckebusch 2001
Leckebusch J., Die Anwendung des Bodenradars (GPR) in der archäologischen Prospektion. 3D-Visualisierung und Interpretation, Internationale Archäologie. Naturwissenschaft und Technik 3, Rahden/Westf.
Leckebusch 2005
Leckebusch J., Precision real-time positioning for fast geophysical prospection, Archaeological Prospection 12, 199–202.
Lehmann 1939
Lehmann H., Die Siedlungsräume Ostkretas. In: Geographische Zeitschrift 45, S. 212–228.
Leidorf 1996
Leidorf K., Luftbildarchäologie - Geschichte und Methoden, 33–44, in: Becker (ed.) 1996a.
Léva 1990
Léva C. (ed.), Aerial photography and geophysical prospection in archaeology; Proceedings of the 2nd international symposium, Brussels 8.11.1986, Brussels.
Lienau 1986
Lienau C., Ländliche Siedlungen, Das geographische Seminar, Braunschweig.
Lienemann 2003
Lienemann J., Phosphatanalyse, 497–499, in: Beck et al. (eds.) 2003.
Lillesand, Kiefer 2000
Lillesand T.M. und Kiefer R.W., Remote sensing and image interpretation. Fourth Edition.
Lindenberg 1985
Lindenberg S., An Assessment of the New Political Economy: Its Potential for the Social Sciences and for Sociology in Particular, Sociological Theory 3, 99–114.
Lindenberg 1996
Lindenberg S., Die Relevanz theoriereicher Brückenannahmen, Kölner Zeitschrift für Soziologie und Sozialpsychologie 48, 126–140.
Linford 2006
Linford N., The application of geophysical methods to archaeological prospection, Reports on Progress in Physics 69, 2205–2257.
Linke 1976
Linke W., Frühes Bauerntum und geographische Umwelt, Bochumer Geogr. Arbeiten 28.
Linke 1979
Linke W., Die Reichsbodenschätzung als Hilfsmittel der Prähistorie, PZ 54, 177–186.
Llobera 1996
Llobera M., Exploring the topography of mind: GIS, social space and archaeology, Antiquity 70, 612–622.
Llobera 2000
Llobera M., Understanding movement: a pilot model towards the sociology of movement, 65–84, in: Lock (ed.) 2000a.
Llobera 2001
Llobera M., Building Past Landscape Perception With GIS: Understanding Topographic Prominence, JASc 28, 1005–1014.
Llobera 2003
Llobera M., Extending GIS based analysis: the concept of visualscape, International Journal of Geographic Information Science 17, 25–49.
Lock 2000b
Lock G., Session 1 discussion: a particular view, 60–64, in: Lock (ed.) 2000a.
Lock 2000a
Lock G. (ed.), Beyond the map. Archaeology and spatial technologies; [proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Beyond the Map, Archaeology and Spatial Technologies, Ravello, Italy, 1 - 2 October, 1999],

NATO Science Series, Series A: Life Sciences Vol. 321, Amsterdam.

Lock, Harris 2000

Lock G. und Harris T.M., Introduction: Return to Ravello, xiii–xxv, in: Lock (ed.) 2000a.

Lock, Molyneaux 2006

Lock G. und Molyneaux B.L., Confronting Scale in Archaeology. Issues of Theory and Practice, New York.

Lock, Stančič 1995

Lock G. und Stančič Z. (eds.), Archaeology and Geographical Information Systems: A European Perspective, London.

Lovis 1976

Lovis W.A., Quarter sections and forest: an example of probability sampling in the Northeastern Woodlands, American Antiquity 41, 364–372.

Löw 2001

Löw M., Raumsoziologie, Frankfurt/Main.

Lucas 2005

Lucas G., The Archaeology of Time, Oxon.

Ludwig 2006

Ludwig K.-H., Eine kurze Geschichte des Klimas. Von der Entstehung der Erde bis heute, München.

Lüning 1982

Lüning J., Siedlung und Siedlungslandschaft in bandkeramischer und Rössener Zeit, Offa 39, 9–34.

Lüning 1991

Lüning J., Frühe Bauern in Mitteleuropa im 6. und 5. Jahrtausend v. Chr, JbRGZM 35, 27–93.

Lüning 1997

Lüning J., Landschaftsarchäologie in Deutschland - Ein Programm, ANachr 2, 277–285.

Lynch 2001

Lynch K., Das Bild der Stadt, Bauwelt-Fundamente Stadtgestaltung/Stadterlebnis 16, Basel.

Maas, et al. 2003

Maas H.G., Vosselman G. und Streilein A. (eds.), Proceedings of the ISPRS working group III/3 workshop „3-D reconstruction from airborne laserscanner and InSAR data“, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing Vol. XXXIV, 3/W13, Dresden, Germany.

Macready, Thompson 1985

Macready S. und Thompson F.H. (eds.), Archaeological Field Survey in Britain and Abroad, London.

Maffei, Fiorentini 1997

Maffei L. und Fiorentini A., Das Bild im Kopf. Von der optischen Wahrnehmung zum Kunstwerk. (Aus dem ital. von D. Zimmer), Birkhäuser Verlag, Basel.

Mandl 1996

Mandl F., Das östliche Dachsteinplateau. 4000 Jahre Geschichte der hochalpinen Weide- und Almwirtschaft, in: Cerwinka und Mandl (eds.) 1996.

Mandl, Mandl-Neumann 1990

Mandl F. und Mandl-Neumann H. (eds.), Dachstein. Die Lackenmoosalm, Mitteilungen der ANISA 11 (1990), Gröbming.

Mandry, Rakos 1996

Mandry S. und Rakos L., Line-of-sight and cost surface techniques for regional archaeological research in the Arroux river valley, 104–126, in: Marschner (ed.) 1996.

Mann 2000

Mann C.C., The Good Earth: Did People Improve the Amazon Basin?, Science 287, 788.

Marschner 1996

Marschner H.D.G. (ed.), New methods, old problems. Geographic information systems in modern archaeological research, Occasional paper / Center for Archaeological Investigations, Southern Illinois University at Carbondale no. 23, Carbondale Ill.

Massagrande 1999

Massagrande F., A GIS Study on the Spatial Development of Coastal Catalunya, 1-17 (CDROM), in: Dingwall et al. (eds.) 1999.

Mattingly 2000

Mattingly D., Methods of collection, recording and quantification, 5–15, in: Francovich und Patterson (eds.) 2000.

Mäusbacher 2007

Mäusbacher R., Geomorphologie: Einführung, 262–264, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Maxwell 1983

Maxwell G.S. (ed.), The impact of aerial reconnaissance on archaeology. Dedicated to Prof. J.K.S. St Joseph, CBA Research Report 49, London.

Mayer 1900

Mayer A., Die Karmeliter-Eremie St. Anna in der Wüste, Blätter des Vereines für Landeskunde von Niederösterreich XXXIV, 120–137.

Mayer 1992

Mayer C., Zur Interpretation einiger Statistiken bei der Nächsten Nachbaranalyse, AInf 15, 123–131.

McAnany, Yoffee 2010a

McAnany P.A. und Yoffee N. (eds.), Questioning collapse. Human resilience, ecological vulnerability, and the aftermath of empire, Cambridge.

McAnany, Yoffee 2010b

McAnany P.A. und Yoffee N., Why We Question Collapse and Study Human Resilience, Ecological Vulnerability,

and the Aftermath of Empire, 1–17, in: McAnany und Yoffee (eds.) 2010a.

McClelland 1967

McClelland D.C., The Achieving Society, New York.

McManamon 1984

McManamon F.P., Discovering sites unseen, 223–292, in: Schiffer (ed.) 1984.

McNeill, Winiwarter 2004

McNeill J.R. und Winiwarter V., Breaking the Sod: Humankind, History and Soil, Science 304, 1627–1629.

McNeill, Winiwarter 2006

McNeill J.R. und Winiwarter V. (eds.), Soils and societies. Perspectives from environmental history, Isle of Harris.

Meier 2006a

Meier T. (ed.), Landscape ideologies, Archaeolingua - Series minor 22, Budapest.

Meier 2006b

Meier T., On Landscape Ideologies: An Introduction, 11–50, in: Meier (ed.) 2006a.

Meier 2009

Meier T., Umweltarchäologie - Landschaftsarchäologie, Historia archaeologica - RGA-E Band 70, 697–734.

Meinig 1979a

Meinig D.W., The Beholding Eye. Ten Versions of the Same Scene, 33–48, in: Meinig (ed.) 1979b.

Meinig 1979b

Meinig D.W. (ed.), The Interpretation of Ordinary Landscapes, New York.

Melichar, Neubauer 2010

Melichar P. und Neubauer W. (eds.), Mittelneolithische Kreisgrabenanlagen in Niederösterreich. Geophysikalisch-archäologische Prospektion - ein interdisziplinäres Forschungsprojekt, MPK 71, Wien.

Melzer 1980

Melzer G., Verzeichnis der archäologischen Fundstellen in Au am Leithaberge, Hof am Leithaberge, Mannersdorf am Leithagebirge und Sommerein, 55–99, in: Kultur- und Museumsverein Mannersdorf am Leithagebirge (ed.) 1980.

Melzer 2008

Melzer W. (ed.), Archäologie und mittelalterliches Handwerk - Eine Standortbestimmung. Beiträge des 10. Kolloquiums des Arbeitskreises zur Archäologischen Erforschung des Mittelalterlichen Handwerks … [vom 4. bis 6. Mai 2006], Soester Beitr. Arch 9, Soest.

Miller, Tilley 1984

Miller D. und Tilley C. (eds.), Ideology, Power and Prehistory, Cambridge.

Millett 1991

Millett M., Pottery: population or supply patterns? The ‚Ager Tarraconensis' approach, 18–28, in: Barker und Lloyd (eds.) 1991.

Millett 2000

Millett M., Dating, quantifying and utilizing pottery assemblages from surface survey, 53–59, in: Francovich und Patterson (eds.) 2000.

Mills 2005

Mills J., Bias and the world of the vertical aerial photograph, 117–126, in: Brophy und Cowley (eds.) 2005a.

Mills, Palmer 2007a

Mills J. und Palmer R., Introduction, 7–15, in: Mills und Palmer (eds.) 2007b.

Mills, Palmer 2007b

Mills J. und Palmer R. (eds.), Populating clay landscapes, Stroud.

Mittelstrass 1995c

Mittelstrass J., Natur, 961–964, in: Mittelstrass (ed.) 1995b.

Mittelstrass 1995a

Mittelstrass J. (ed.), Enzyklopädie. Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 1, Stuttgart.

Mittelstrass 1995b

Mittelstrass J. (ed.), Enzyklopädie. Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 2, Stuttgart.

Mittelstrass 1996

Mittelstrass J. (ed.), Enzyklopädie. Philosophie und Wissenschaftstheorie, Band 4, Stuttgart.

Mochty 1998

Mochty C., Die Marktgemeinde Hof am Leithagebirge von ihren Anfängen bis 1600, 39–57, in: Mochty und Bezemek (eds.) 1998.

Mochty, Bezemek 1998

Mochty C. und Bezemek E. (eds.), Die Marktgemeinde Hof am Leithagebirge im Wandel der Zeit, Hof am Leithagebirge.

Moore, Keene 1983

Moore J. und Keene A. (eds.), Archaeological Hammers and Theories, New York.

Morphy 1993

Morphy H., Colonialism, History and the Construction of Place: The Politics of Landscape in Northern Australia, 205–243, in: Bender (ed.) 1993b.

Morris 1994

Morris I. (ed.), Classical Greece: Ancient Histories and Modern Archaeologies, Cambridge.

Motkin 2001

Motkin D., The assessment of LIDAR for archaeological use, AARGNews 22, 24–25.

Możdzioch 1993

Możdzioch S. (ed.), Lokalne ośpodki władzy państwowej

w XI-XII wieku w Europie Środkowo-Wachodniej, Wrocław.

Mueller 1975

Mueller J.W. (ed.), Sampling in archaeology, Tucson.

Müller 1980

Müller D.W., Die Ur- und frühgeschichtliche Besiedlung des Gothaer Landes, Alt-Thüringen 17, 19–180.

Müller 1986

Müller J., Aufnahme und Auswertung geographischer Daten am Beispiel nordschottischer Megalithgräber, Arch. Inf. 9, 42–48.

Müller 2003

Müller J., Settlement Areas, Landscape Archaeology and Predictive Mapping, 27–34, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.

Müller-Perband 1977

Müller-Perband E., Archäologische und ökologische Untersuchungen zum Siedlungsablauf im nordhannoverschen Diluvialgebiet – ein Beitrag zur Siedlungsgeschichte vom Neolithikum bis zur römischen Kaiserzeit, Neue Ausgrabungen und Funde in Niedersachsen 11, 59–150.

Murray 2006

Murray M.L., Place Names and Folk Landscapes in Southern Germany as Archaeological Resources, 155–173, in: Meier (ed.) 2006a.

Musil, Staudacher 2009

Musil R. und Staudacher C. (eds.), Mensch. Raum. Umwelt. Entwicklungen und Perspektiven der Geographie in Österreich, Wien.

Musson 1995

Musson C., Establishing a flying programme, 61–64, in: Kunow (ed.) 1995.

Musson et al. 2005

Musson C., Palmer R. und Campana S., In volo nel passato. Aerofotografia e cartografia archeologica, Firenze.

Musson, Stoertz 2003

Musson C. und Stoertz C., Aerial Archaeology Research School - Foggia, 2003, AARGNews 27, 9–11.

Nadler 2001

Nadler M., Artifizielle Fundlandschaften. Einige Anmerkungen zur Relevanz archäologischer Fundkartierungen und der Erfassung von Sekundärfundstellen im Rahmen einer genzheitlichen Archäologie, AInf 24, 55–61.

Nance 1979

Nance J.D., Regional subsampling and statistical inference in forested habitats, American Antiquity 44, 172–176.

Nance, Ball 1986

Nance J.D. und Ball B.F., No surprises? The reliability and validity of test-pit sampling, American Antiquity 51, 457–483.

Nauroy 2003

Nauroy G., Le désert, un espace paradoxal. Actes du colloque de l'Université de Metz, 13-15 septembre 2001, Recherches en littérature et spiritualité vol. 2, Bern , New York.

Neale et al. 2007

Neale C., Owe M. und D'Urso G. (eds.), Remote sensing for agriculture, ecosystems, and hydrology IX. 18 - 20 September 2007, Florence, Italy, Proceedings of SPIE 6742, Bellingham, Wash.

Nehren et al. 1994

Nehren R., Stodiek U. und Volland M., Archäologische Talauenforschung im Rheinischen Braunkohlenrevier, AInf 17, 101–111.

Nestroy 1996-2010

Nestroy O., Die Österreichische Bodensystematik 2000 (ÖBS 2000), 1–42, in: Blume (ed.) 1996-2010.

Neubauer 1990

Neubauer W., Geophysikalische Prospektion in der Archäologie, MAnthrWien 120, 1–60.

Neubauer 2001

Neubauer W., Magnetische Prospektion in der Archäologie. (Univ., Diss. – Wien, 2000), MPK 44, Wien.

Neubauer 2004

Neubauer W., GIS in Archaeology - the Interface between Prospection and Excavation, Archaeological Prospection 11, 159–166.

Neubauer 2006

Neubauer W., Book Review: Revealing the buried past, Archaeological Prospection 13, 73–74.

Neubauer 2008

Neubauer W., Stratigraphische Grabungsmethode. Theorie und Praxis (Manuskript), Wien.

Neubauer, Eder-Hinterleitner 1997a

Neubauer W. und Eder-Hinterleitner A., 3D-Interpretation of Postprocessed Archaeological Magnetic Prospection data, Archaeological Prospection 4, 191–205.

Neubauer, Eder-Hinterleitner 1997b

Neubauer W. und Eder-Hinterleitner A., Resistivity and Magnetics of the Roman Town Carnuntum, Austria: an Example of Combined Interpretation of Prospection Data, Archaeological Prospection 4, 179–189.

Neubauer et al. 1999

Neubauer W., Eder-Hinterleitner A., Seren S., Doneus M. und Melichar P., Kombination archäologisch-geophysikalischer Prospektionsmethoden am Beispiel der römischen Zivilstadt Carnuntum, ArchA 82-83, 1–26.

Neubauer et al. 2010
Neubauer W., Doneus M. und Hinterleitner A., Prospektionsmethodik, 44–55, in: Melichar und Neubauer (eds.) 2010.
Neubauer et al. 2012
Neubauer, W., Doneus, M. und Trinks, I., Advancing the Documentation of Buried Archaeological Landscapes, Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. XXXIX-B5, 547–552.
Neugebauer 2005
Neugebauer J.W., Langobarden im 6. Jahrhundert im unteren Traisental. Die Gräberfelder von Pottenbrunn (Landeshauptstadt St. Pölten) und Oberndorf in der Ebene (Stsdtgemeinde Herzogenburg), 321–331, in: Pohl und Erhard (eds.) 2005.
Neustupný 1995
Neustupný E., Beyond GIS, 133–139, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.
Neustupný 1998a
Neustupný E. (ed.), Space in prehistoric Bohemia, Praha.
Neustupný 1998b
Neustupný E., Structures and events: the theoretical basis of spatial archaeology, 9–44, in: Neustupný (ed.) 1998a.
Neustupný 1998c
Neustupný E., The Transformation of Community Areas into Settlement Areas, 45–61, in: Neustupný (ed.) 1998a.
Neustupný 2003
Neustupný E., The Non-Practical Dimensions of Prehistoric Landscapes, 291–295, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.
Neustupný, Dvořák 1983
Neustupný E. und Dvořák Z., Výživa pravěkých zemědělců: model - Nutrition of prehistoric farmers: a model, Památky Archeologické LXXIV, 224–257.
Neustupný, Venclová 1998
Neustupný E. und Venclová N., The Loděnice Region in Prehistoric Times, 84–105, in: Neustupný (ed.) 1998a.
Novaković 1996
Novaković P., Arheologija krajine in sistematični terenski pregled (Landscape archaeology and systematic survey), 11–42, in: Guštin et al. (eds.) 1996.
Nowak 1974
Nowak H., Donnerskirchen, FUBerÖ 13, 70.
Nüsser et al. 2005
Nüsser M., Schenk W. und Bub G., Agrar- und Forstgeographie, 353–399, in: Schenk und Schliephake (eds.) 2005.
O'Sullivan, Unwin 2003
O'Sullivan D. und Unwin D., Geographic Information Analysis, Hoboken, New Jersey.
O'Connor 1997
O'Connor T., Environmental archaeology: a matter of definition, Environmental Archaeology 2, 1–6.
Odell, Cowan 1987
Odell G.H. und Cowan F., Estimating tillage effects on artefact distributions, American Antiquity 52, 456–484.
OEEPE 2001
OEEPE (ed.), Proceedings of OEEPE Workshop on Airborne Laserscanning and Inferometric SAR for Detailed Digital Terrain Models, Stockholm, Sweden.
Oexle 1997
Oexle J. (ed.), Aus der Luft - Bilder unserer Geschichte. Luftbildarchäologie in Zentraleuropa; [Katalog zur Ausstellung], Dresden.
Ogburn 2006
Ogburn D.E., Assessing the level of visibility of cultural objects in past landscapes, JASc 33, 405–413.
Ohrenberger 1962
Ohrenberger A.J., Der Burgstall bei Purbach, B. H. Eisenstadt, Burgenländische Heimatblätter 24, 202–209.
Olshausen, Sauer 2009
Olshausen E. und Sauer V. (Hg.), Die Landschaft und die Religion. Stuttgarter Kolloquium zur Historischen Geographie des Altertums 9, Stuttgart: Steiner.
Oonk 2009
Oonk S., The Application of Geochemical Prospection for Dutch Archaeological Resource Management. Univ., Academisch Proefschrift--Amsterdam, 2009., Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 11, Amsterdam.
Opp 2007
Opp C., Bodenkörper, 369–374, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Opp 2004
Opp K.-D., Die Theorie rationalen Handelns im Vergleich mit alternativen Theorien, 43–68, in: Gabriel (ed.) 2004.
Orton 2000
Orton C., Sampling in Archaeology, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge.
Österreichische Gesellschaft für Mittelalterarchäologie 2003
Österreichische Gesellschaft für Mittelalterarchäologie (ed.), Beiträge zur historischen Archäologie. Festschrift für Sabine Felgenhauer-Schmiedt zum 60. Geburtstag, Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich Beiheft 6, Wien.
Ostritz 1991
Ostritz S., Zur Siedlungsplatzwahl in der bandkeramischen Kultur, EAZ 32, 332–343.
Owen 2006
Owen G., Digital Jottings, AARGNews 32, 12–16.
Palmer 1978
Palmer R., Aerial archaeology and sampling, 129–148, in: Cherry et al. (eds.) 1978.

Palmer 1983
Palmer R., Analysis of settlement features in the landscape of prehistoric Wessex, 41–53, in: Maxwell (ed.) 1983.
Palmer 1984
Palmer R., Danebury, an Iron age hillfort in Hampshire. An aerial photographic interpretation of its environs, RCHME, Suppl. Series 6.
Palmer 1989
Palmer R., Thoughts on some aspects of air photo-archaeology, 53–60, in: Kennedy (ed.) 1989.
Palmer 1995a
Palmer R., Photo interpretation, mapping and AERIAL, 33–42, in: Kunow (ed.) 1995.
Palmer 1995b
Palmer R., Trying Kodak Technical Pan, AARGNews 11, 33–35.
Palmer 2000
Palmer R., Editorial, AARGNews 21, 3–6.
Palmer 2005
Palmer R., ‚If they used their own photographs they wouldn‘t take them like that‘, 94–116, in: Brophy und Cowley (eds.) 2005a.
Palmer 2007
Palmer R., Seventy-five years v. ninety minutes: implications of the 1996 Bedfordshire vertical aerial survey on our perceptions of clayland archaeology, 88–103, in: Mills und Palmer (eds.) 2007b.
Pankau 2007
Pankau C., Die Besiedlungsgeschichte des Brenz-Kocher-Tals (östliche Schwäbische Alb) vom Neolithikum bis zur Latènezeit. UPA 142.
Parcak 2009
Parcak S.H., Satellite remote sensing for archaeology, London.
Pasquinucci, Trément 2000
Pasquinucci M. und Trément F. (eds.), Non-destructive techniques applied to landscape archaeology, The Archaeology of Mediterranean Landscapes 4, Oxford.
Patterson 2008
Patterson T.C., A Brief History of Landscape Archaeology in the Americas, 77–84, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
Perner 2005
Perner G.U., Chorologie: Erkenntniswege und Erkenntnisgrenzen in der Archäologie, Arbeiten zur Urgeschichte des Menschen 23, Frankfurt am Main.
Petrahn 1999
Petrahn G., Grundlagen der Vermessungstechnik (1. Aufl.), Berlin.
Petrasch 2003
Petrasch J., Zentrale Orte der Bandkeramik?, 505–513, in: Eckert et al. (eds.) 2003.
Petzold 2007
Petzold K., Soziologische Theorien in der Archäologie. Konzepte, Probleme, Möglichkeiten. Univ., Diplomarbeit – Leipzig, 2005., Saarbrücken.
Petzold 2009
Petzold K., Rational Choice in der Archäologie: Die „harte“ Version, die „weiche“ Version und das Problem der Brückenannahmen. Erwiderung auf eine Rezension von Martin Hinz im Rundbrief der Arbeitsgemeinschaft Theorie in der Archäologie, Rundbrief Arbeitsgemeinschaft TheorieArch 8, 21–32.
Pfeifer 2005
Pfeifer W., Etymologisches Wörterbuch des Deutschen. 8. Auflage, München.
Pfeifer et al. 2001
Pfeifer N., Stadler P. und Briese C., Derivation of digital terrain models in the SCOP++ environment, in: OEEPE (ed.) 2001.
Philippson 1950-59
Philippson A., Die Griechischen Landschaften: eine Landeskunde. Vol. I-IV. Frankfurt a. M.: Klostermann.
Piccarreta 2003
Piccarreta F., Fotografia aerea archaeologica. Istituzioni e storia, 67–74, in: Guaitoli (ed.) 2003.
Pickering 1995
Pickering J., Aviation and archaeology, 43–44, in: Kunow (ed.) 1995.
Pickering, Palmer 1994
Pickering J. und Palmer R., AARG conversation N° 1, AARGNews 9, 25–33.
Pietrapertosa et al.2008
Pietrapertosa C., Vellico M., Sterzai P. und Coren F., Remote sensing applied to the detection of archaeological buried structures in the Aquileia site, 368–372, in: GNGTS (ed.) 2008.
Pietrzak 2004
Pietrzak M., The Relation Between Prehistorical Settlement and Relief in the Polish Carpathian Foothills with the Application of GIS, 65–86, in: Dobrzańska et al. (eds.) 2004.
Pils 1935-1938
Pils A., Donnerskirchen, FUBerÖ 2, 2.
Piltz 2008
Piltz E., „Trägheit des Raums“. Ferdinand Braudel und die Spatial Stories der Geschichtswissenschaft, 75–102, in: Döring und Thielmann (eds.) 2008b.

Plog et al. 1978
Plog S., Plog F. und Wait W., Decision Making in Modern Surveys, AMethTh 1, 383–421.
Pluskovski 2002
Pluskovski A.G., Predators in Robes: Materialising and mystifying hunting, predation and seclusion in the northern European medieval landscape, 236–242, in: Helming et al. (eds.) 2002.
Pluskowski et al. 2010
Pluskowski A., Kunst G.K., Kucera M., Bietak M. und Hein I. (eds.), Bestial Mirrors. Using Animals to Construct Human Identity in Medieval Europe., VIAVIAS 3, Wien.
Pohl, Erhard 2005
Pohl W. und Erhard P. (eds.), Die Langobarden. Herrschaft und Identität, Forschungen zur Geschichte des Mittelalters 9, Wien.
Pollard 2007
Pollard A.M., Analytical chemistry in archaeology, Cambridge Manuals in Archaeology, Cambridge.
Pollard, Reynolds 2002
Pollard J. und Reynolds A., Avebury. The biography of a landscape, Stroud.
Popper 2003
Popper K.R., Die offene Gesellschaft und ihre Feinde. Bd. 2: Falsche Propheten. Hegel, Marx und die Folgen, Gesammelte Werke, Tübingen.
Posluschny 2001
Posluschny A., Die hallstattzeitliche Besiedlung im Maindreieck - GIS-gestützte Fundstellenanalysen. (http://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2002/0092/). Dissertation Inaugural-Dissertation.
Posluschny 2006
Posluschny A., Erkenntnisse auf Knopfdruck? GIS und PC in der Kulturlandschaftsforschung. Grundsätzliche Überlegungen, Siedlungsforschung. Schwerpunktthema: Historische Kulturlandschaftsforschung 24, 289–312.
Posluschny et al. 2008
Posluschny A., Lambers K. und Herzog I. (eds.), Layers of perception. Proceedings of the 35th International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA); Berlin, Germany, April 2-6, 2007, Kolloquien zur Vor- und Frühgeschichte 10, Bonn.
Powlesland 2005
Powlesland D., Characterising, modelling and managing the buried landscape in the Vale of Pickering, English Heritage ALSF summaries. 2002/2003. http://www.english-heritage.org.uk/server/show/ConWebDoc.5227 [August 2008].
Powlesland 2006
Powlesland D., Redefining past landscapes: 30 years of remote sensing in the Vale of Pickering, 197–201, in: Campana und Forte (eds.) 2006.
Powlesland 2009
Powlesland D., Why bother? Large scale geomagnetic survey and the quest for „Real Archaeology“, 167–182, in: Campana (ed.) 2009.
Powlesland et al. 1997
Powlesland D., Lyall J. und Donoghue D., The application and integration of multi-sensor, non-invasive remote sensing techniques for the enhancement of the sites and monuments record. Heslerton Parish Project, N.Yorkshire, England. Enhancing the record through remote sensing, Internet Archaeology 2.
Predovnik 1998
Predovnik K., Die Kartause Seitz. Natürliche und ideologische Momente in der Genese einer Kulturlandschaft, 261–280, in: Spindler (ed.) 1998.
Preisendörfer 2004
Preisendörfer P., Anwendungen der Rational-Choice-Theorie in der Umweltforschung, 271–288, in: Diekmann und Voss (eds.) 2004b.
Press, Siever 1995
Press F. und Siever R., Allgemeine Geologie: eine Einführung, Heidelberg.
Rabl 1983
Rabl, G., Archäologische Interpretation verschiedener Luftbildträger, Diplomarbeit, TU-Wien.
Rączkowski 1999
Rączkowski W., Power of image: some ideas on post-processual aerial archaeology, AARGNews 19, 10–14.
Rączkowski 2001
Rączkowski W., Post-processual landscape: the lost world of aerial archaelogy?, 3–7, in: Darvill und Gojda (eds.) 2001.
Rączkowski 2002a
Rączkowski W., Archaeologia Lotznica: Metoda Wobec Teori, Poznan.
Rączkowski 2002b
Rączkowski W., Beyond the technology: do we need ‚meta-aerial archaeology‘?, 311–327, in: Bewley und Rączkowski (eds.) 2002a.
Rączkowski 2005
Rączkowski W., Theoretical dialogues - is there any theory in aerial archaeology?, AARGNews Supplement 1, 12–22.
Rader 2003
Rader O.B., Grab und Herrschaft. Politischer Totenkult von Alexander dem Großen bis Lenin, München.
Rainbird 2008
Rainbird P., The Body and the Senses: Implications for Land-

scape Archaeology, 263–270, in: David und Thomas (eds.) 2008a.

Ramminger 2003

Ramminger B., Zur bandkeramischen Besiedlung im unteren Niddertal, 89–262, in: Hillemeyer (ed.) 2003.

Rapp, Hill 2006

Rapp G. und Hill C.L., Geoarchaeology - The Earth Science Approach to Archaeological Interpretation. Second Edition, Yale.

Rebay 2005

Rebay K., Hallstattzeitliche Grabfunde aus Donnerskirchen, Burgenländische Heimatblätter, 165–210.

Redman 1999

Redman C.L., Human Impact on Ancient Environments, Tucson.

Redman, Reiman 1974

Redman C.L. und Reiman C.L., Archeological sampling strategies, Addison-Wesley module in anthropology No. 55, Reading, Mass.

Renfrew, Bahn 1996

Renfrew C. und Bahn P., Archaeology: Theories, methods and practice. 2nd Edition, London.

Renfrew, Bahn 2005

Renfrew C. und Bahn P. (eds.), Archaeology. The key concepts, Routledge key guides, London.

Renfrew, Wagstaff 1982

Renfrew C. und Wagstaff M. (eds.), An Island polity: The Archaeology of Exploitation in Melos, Cambridge.

Reu et al. 2011

Reu, J. de, Bourgeois, J., Smedt, Ph. de, Zwertvaegher, A., Antrop, M., Bats, M., Measuring the relative topographic position of archaeological sites in the landscape, a case study on the Bronze Age barrows in northwest Belgium. In: Journal of Archaeological Science 38 (12), S. 3435–3446.

Rieck 2002

Rieck F., Nydam, 450–456, in: Hoops (ed.) 2002.

Riley 1946

Riley D.N., Groups of circles in the Silt Fens, Antiquity 20, 150–153.

Riley 1979

Riley D.N., Factors in the development of crop marks, Aerial Arch. 4, 28–32.

Riley 1983

Riley D.N., The frequency of occurrence of cropmarks in relation to soils, 59–73, in: Maxwell (ed.) 1983.

Riley 1987

Riley D.N., Air Photography and Archaeology, London.

Rimmington 2000

Rimmington J.N., Soil geochemistry and artefact scatters in Boiotia, Greece, 190–199, in: Pasquinucci und Trément (eds.) 2000.

Rinschede 1999

Rinschede G., Religionsgeographie. Braunschweig.

Risbøl 2009

Risbøl O., Flugleperspektiv på kulturminner. Bruk av flybåren laserskanning i arkeologien, Viking, 211–226.

Risbøl et al. 2006

Risbøl O., Gjertsen K.A. und Skare K., Airborne laser scanning of cultural remains in forests: some preliminary results from a Norwegian project, 107–112, in: Campana und Forte (eds.) 2006.

Robb 2005

Robb J.E., Agency, 3–5, in: Renfrew und Bahn (eds.) 2005.

Roberts 1996

Roberts B.K., Landscapes of Settlement. Prehistory to the present, London, New York.

Robertson et al. 2006

Robertson E.C., Seibert J.D., Fernandez D.D. und Zender M.U. (eds.), Space and spatial analysis in archaeology. [papers originally presented at the Conference: Space and Spatial Analysis in Archaeology held at the University of Calgary, Nov. 18th., 2002], Calgary, Alta.

Rock 1998

Rock I., Wahrnehmung. Vom visuellen Reiz zum Sehen und Erkennen, Heidelberg.

Rogers, Rowley 1974

Rogers A. und Rowley T. (eds.), Landscapes and documents, London.

Roper 1976

Roper D.C., Lateral displacement of artefacts due to plowing, American Antiquity 41, 372–375.

Roper 1979

Roper D.C., The Method and Theory of Site Catchment Analysis: a Review, AMethTh 2, 119–140.

Rössler 1999

Rössler M., Wirtschaftsethnologie. Eine Einführung. Zweite, überarbeitete und erweiterte Auflage, Berlin.

Roth 1997

Roth G., Das Gehirn und seine Wirklichkeit. Fünfte, überarbeitete Auflage, Frankfurt am Main.

Rowland 2008

Rowland M.J., Landscape and Climate Change, 386–395, in: David und Thomas (eds.) 2008a.

Rowlands, Sarris 2007

Rowlands A. und Sarris A., Detection of exposed and subsurface archaeological remains using multi-sensor remote sensing, JASc 34, 795–803.

Roymans 1995

Roymans N., The cultural biography of urnfields and the

long-term history of a mythical landscape, Archaeological Dialogues 2, 2–24.

Roymans et al. 2009

Roymans N., Gerritsen F., van der Heijden C., Bosma K. und Kolen J., Landscape Biography as Research Strategy: The Case of the South Netherlands Project, Landscape Research 34, 337–359.

Rulf 1994

Rulf J., Die Umwelt und die Neolithische Besiedlung Mitteleuropas. Kurze Übersicht, ARozhl XLVI, 394–409.

Ruttkay, Harrer 1993

Ruttkay E. und Harrer A., Ein neuer Sitzidoltyp der Lengyel-Kultur aus Winden bei Melk, Niederösterreich, FUBerÖ 32, 543–551.

Sabel 1982

Sabel K.J., Ursachen und Auswirkungen bodengeographischer Grenzen in der Wetterau (Hessen), Frankfurter geowissenschaftliche Arbeiten. Serie D. Physische Geographie 3, Frankfurt am Main.

Sabel 1983

Sabel K.J., Die Bedeutung der physisch-geographischen Raumausstattung für das Siedlungsverhalten der frühesten Bandkeramik in der Wetterau (Hessen), PZ 58, 158–172.

Sagan 1997

Sagan C., Der Drache in meiner Garage oder die Kunst der Wissenschaft, Unsinn zu entlarven, Dt. Ausgabe, München.

Saile 1997

Saile T., Landschaftsarchäologie in der nördlichen Wetterau (Hessen): Umfeldanalysen mit einem geographischen Informationssystem (GIS), ArchKorrBl 27, 221–232.

Saile 1998

Saile T., Untersuchungen zur ur- und frühgeschichtlichen Besiedlung der nördlichen Wetterau, Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen 21, Wiesbaden.

Saile 2001

Saile T., Die Reliefenergie als innere Gültigkeitsgrenze der Fundkarte, Germania 79, 93–120.

Salisbury 2010

Salisbury R.B., Settlements, Sediments and Space: a Practice Approach to Community Organization in the Late Neolithic of the Great Hungarian Plain. Dissertation, Buffalo.

Samuels 1979

Samuels M.S., The Biography of Landscape. Cause and Culpability, 51–88, in: Meinig (ed.) 1979b.

Sandor 1992

Sandor J.A., Long-term Effects of Prehistoric Agriculture on Soils: Examples from New Mexico and Peru, 217–245, in: Holliday (ed.) 1992.

Sandor et al. 2006

Sandor J.A., Winkler Prins A.M.G.A., Barrera-Bassols N. und Zinck A.J., The Heritage of Soil Knowledge Among the World's Cultures, 43–84, in: Warkentin (ed.) 2006.

Sauer 2007

Sauer F., Die archäologischen Grabungen auf der Trasse der S1. Fundstelle Vösendorf, Bad Vöslau.

Schade 2000

Schade C.C.J., Landschaftsarchäologie - eine inhaltliche Begriffsbestimmung, 135–225, in: Seminar f.Vor- und Frühgeschichte Frankfurt (ed.) 2000.

Schade 2004

Schade C.C.J., Die Besiedlungsgeschichte der Bandkeramik in der Mörlener Bucht / Wetterau, UPA Bd. 105, Bonn.

Scharrer-Liška 2004

Scharrer-Liška G., Systematische Oberflächenaufsammlungen, 89–101, in: Daim und Doneus (eds.) 2004.

Scharrer-Liška 2006

Scharrer-Liška G., Frohsdorf, FUBerÖ 45, 716–718.

Schatek 1938

Schatek A., Führer durch die Wüste der Karmeliten bei Mannersdorf am Leithagebirge, Wien.

Schatzki 2003

Schatzki T.R., Nature and Technology in History, History and Theory 42, 82–93.

Schauer 2001

Schauer P. (ed.), DFG-Graduiertenkolleg 462 „Paläoökosystemforschung und Geschichte": Beiträge zur Siedlungsarchäologie und zum Landschaftswandel, Ergebnisse zweier Kolloquien in Regensburg 9.-10. Oktober 2000 und 2.-3. November 2000, Regensburger Beiträge zur prähistorischen Archäologie 07, Bonn.

Schedivy 1986

Schedivy E., Plan der Zivilstadt von Carnuntum. Ein Rekonstruktionsversuch ihrer Ausdehnung und ihres Straßennetzes aufgrund der bisherigen Ausgrabungen und Luftbildaufnahmen, CarnuntumJb 1985, 111–118.

Scheffer 1978

Scheffer F., Boden in Mitteleuropa, 108–117, in: Hoops (ed.) 1978.

Scheffer et al. 1998

Scheffer F., Schachtschabel P., Blume H.-P., Brümmer G., Hartke K.H., Schwertmann U., Auerswald K., Beyer L., Fischer W.R., Kögel-Knabner I., Renger M. und Strebel O., Lehrbuch der Bodenkunde. 14., neu bearb. und erw. Aufl, Stuttgart.

Schellmann 2007
Schellmann G., Flussterrassen, 330–332, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Schenk 2001
Schenk W., Landschaft, 617–630, in: Beck et al. (eds.) 2001.
Schenk 2005
Schenk W., Historische Geographie, 215–264, in: Schenk und Schliephake (eds.) 2005.
Schenk, Schliephake 2005
Schenk W. und Schliephake K. (eds.), Allgemeine Anthropogeographie, Perthes Geographie-Kolleg, Gotha.
Schier 1990
Schier W., Die vorgeschichtliche Besiedlung im südlichen Maindreieck, Materialhefte zur Bayerischen Vorgeschichte. Reihe A - Fundinventare und Ausgrabungsbefunde Band 60/1, Kallmünz/Opf.
Schier 1992
Schier W., Zum Einsatz multivariater Verfahren bei der Analyse des Lage- und Umweltbezugs prähistorischer Siedlungen, AInf 15, 117–122.
Schiffer 1983
Schiffer M.B. (ed.), Advances in Archaeological Method and Theory 6, New York.
Schiffer 1984
Schiffer M.B. (ed.), Advances in Archaeological Method and Theory 7, New York.
Schiffer 1987
Schiffer M.B., Formation Processes of the Archaeological Record, Salt Lake City.
Schiffer et al. 1978
Schiffer M.B., Sullivan A.P. und Klinger T.C., The Design of Archaeological Surveys, WorldA 10, 1–28.
Schlichtherle 1990
Schlichtherle H., Siedlungsarchäologie im Alpenvorland, Bd. 1, FBerBadWürt, Stuttgart.
Schliephake, Schenk 2005
Schliephake K. und Schenk T., Verkehr und Mobilität, 531–580, in: Schenk und Schliephake (eds.) 2005.
Schmidt 2009
Schmidt A., Electrical and magnetic methods in archaeological prospection, 67–81, in: Campana (ed.) 2009.
Schmidt, Nitzschke 1971
Schmidt B. und Nitzschke W., Der Einsatz von Traktoren bei der archäologischen Feldforschung, Ausgrabungen und Funde. Nachrichtenblatt für Ur- und Frühgeschichte 16, 1–5.
Schmidt 2007a
Schmidt K.-H., Formbildung durch fluviale Prozesse, 289–295, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Schmidt 2007b
Schmidt K.-H., Formungsprozesse und morphologische Einzelformen: Einführung, 283–287, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Schmidt et al. 2005
Schmidt S., Bofinger J., Keller R. und Kurz S., LIDAR - High resolution raster data as a survey tool, 255–260, in: Figueiredo A. und Leite Velho G. (eds.) 2005.
Schmitt, Schmitt 2007a
Schmitt E. und Schmitt T., Arealkunde, 406–414, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Schmitt, Schmitt 2007b
Schmitt E. und Schmitt T., Klassifikation und Raummuster von Biozönosen, 434–446, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Schofield 1991a
Schofield A.J., Interpreting Artefact Scatters: an Introduction, 3–8, in: Schofield (ed.) 1991b.
Schofield 1991b
Schofield A.J. (ed.), Interpreting Artefact Scatters: contributions to ploughzone archaeology, Oxbow Monograph 4, Oxford.
Schreg 2008
Schreg R., Bevölkerungswachstum und Agrarisierung - Faktoren des früh- und hochmittelalterlichen Landesausbaus im Spiegel umweltarchäologischer Forschungen, 117–146, in: Herrmann (ed.) 2008.
Schroeder 1992
Schroeder D., Bodenkunde in Stichworten. 5. revidierte und erweiterte Auflage von Winfried Blum, Berlin, Stuttgart.
Schuldenrein 1991
Schuldenrein J., Coring and the identity of cultural-resource environments: a comment on Stein, American Antiquity 56, 131–137.
Schülein, Reitze 2005
Schülein J.A. und Reitze S., Wissenschaftstheorie für Einsteiger, Wien.
Schulte et al. 2007
Schulte A., Schütt B. und Möller S., Wasserkreislauf, 452–466, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.
Schulze-Belli 2007
Schulze-Belli P., From the Garden of Eden to the locus amoenus of Medieval Visionaries, 209–224, in: Hartmann (ed.) 2007.
Schürmann 2005
Schürmann A. (ed.), Physik, Mechanik, Geschichte der Mathematik und der Naturwissenschaften in der Antike Bd. 3, Stuttgart.
Schwind 1951
Schwind M., Kulturlandschaft als objektivierter Geist, Deutsche Geographische Blätter 46, 5–28.

Schwitalla 1996
Schwitalla G.M., Zur Entwicklung der jungsteinzeitlichen Siedlungsstruktur im Voreifelgebiet. Ein öko-archäologischer Versuch mit Oberflächenfunden, UPA 31, Bonn.
Scollar 1965
Scollar I., Archäologie aus der Luft. Arbeitsergebnisse der Flugjahre 1960 und 1961 im Rheinland, Schriften des Rheinischen Landesmuseums Bonn Bd. 1, Düsseldorf.
Scollar 1998
Scollar I., AirPhoto-A WinNT/Win95 program for geometric processing of archaeological air photos, AARGNews 16, 37–38.
Scollar 2002
Scollar I., Making things look vertical, 166–172, in: Bewley und Rączkowski (eds.) 2002a.
Scollar 2008
Scollar I., A beginner's guide to transformation programs, AARGNews 36, 11–18.
Scollar et al. 1990
Scollar, I., Tabbagh, A., Hesse, A. und Herzog, I., Archaeological Prospecting and Remote Sensing, Topics in Remote Sensing, Cambridge.
Seibert 2006
Seibert J.D., Introduction, XIII–XXIII, in: Robertson et al. (eds.) 2006.
Seiffert 1996
Seiffert H., Einführung in die Wissenschaftstheorie 2. Geisteswissenschaftliche Methoden: Phänomenologie - Hermeneutik und historische Methode - Dialektik, Beck'sche Reihe 61, München.
Seiffert 2001
Seiffert H., Einführung in die Wissenschaftstheorie 3, Beck'sche Reihe 270, München.
Seminar f.Vor- und Frühgeschichte Frankfurt 2000
Seminar f. Vor- und Frühgeschichte Frankfurt (ed.), Studien zur Siedlungsarchäologie II, UPA Bd. 60, Bonn.
Seren et al. 2007
Seren S., Eder-Hinterleitner A., Neubauer W., Löcker K. und Melichar P., Extended comparison of different GPR systems and antenna configurations at the Roman site of Carnuntum, Near Surface Geophysics, 389–394.
Sewell 1992
Sewell W.H., Jr., A Theory of Structure: Duality, Agency, and Transformation, The American Journal of Sociology 98, 1–29.
Shell, Roughley 2004
Shell C. und Roughley C., Exploring the Loughcrew landscape: a new airborne approach, Archaeology Ireland 18/2, 22–25.
Shennan 1985
Shennan S., Experiments in the Collection and Analysis of Archaeological Survey Data: The East Hampshire Survey, Huddersfield.
Shiel 2006a
Shiel R.S., An Introduction to Soil Nutrient Flows, 7–12, in: McNeill und Winiwarter (eds.) 2006.
Shiel 2006b
Shiel R.S., Nutrient Flows in Pre-Modern Agriculture in Europe, 216–242, in: McNeill und Winiwarter (eds.) 2006.
Sieferle 1997a
Sieferle R.P., Kulturelle Evolution des Gesellschaft-Natur-Verhältnisses, 37–53, in: Fischer-Kowalski et al. (eds.) 1997.
Sieferle 1997b
Sieferle R.P., Rückblick auf die Natur. Eine Geschichte des Menschen und seiner Umwelt, München.
Sielmann 1971a
Sielmann B., Zur Interpretationsmöglichkeit ökologischer Befunde im Neolithikum Mitteleuropas, Germania 49, 231–238.
Sielmann 1971b
Sielmann B., Der Einfluß der Umwelt auf die neolithische Besiedlung Südwestdeutschlands unter besonderer Berücksichtigung der Verhältnisse am nördlichen Oberrhein, Acta praehistorica et archaeologia 2, 65–197.
Sigrist 2005
Sigrist C., Regulierte Anarchie: Untersuchungen zum Fehlen und zur Entstehung politischer Herrschaft in segmentären Gesellschaften Afrikas. 4. erw. Auflage, Berlin-Hamburg-Münster.
Silva, Pizziolo 2001
Silva M.D. und Pizziolo G., Setting up a "human calibrated" anisotropic cost surface for archaeological landscape investigation, 279–286, in: Stančič und Veljanovski (eds.) 2001.
Simons 1989
Simons A., Bronze- und eisenzeitliche Besiedlung in den Rheinischen Lößbörden. Archäologische Siedlungsmuster im Braunkohlengebiet, BARIntSer 467, Oxford.
Sirocko 2009
Sirocko F. (ed.), Wetter, Klima, Menschheitsentwicklung. Von der Eiszeit bis ins 21. Jahrhundert, Stuttgart.
Sithole, Vosselman 2003
Sithole G. und Vosselman G., Comparison of filtering algorithms, 71–78, in: Maas et al. (eds.) 2003.
Sittler 2004
Sittler B., Revealing Historical Landscapes by Using Airborne Laser Scanning. A 3-D Model of Ridge and Fur-

row in Forests near Rastatt (Germany), 258–261, in: Thies et al. (eds.) 2004.

Sittler, Schellberg 2006

Sittler B. und Schellberg S., The potential of LIDAR in assessing elements of cultural heritage hidden under forest canopies or overgrown by vegetation: Possibilities and limits in detecting microrelief structures for archaeological surveys, 117–122, in: Campana und Forte (eds.) 2006.

Sittler et al. 2005

Sittler B., Siwe R. und Gültlinger M., Airborne Laser Scanning as a New Remote Sensing Tool for Assessing Historic Landscapes. Generation of a Digital Elevation Model of Ridge and Furrow Fossilized under a Forest near Rastatt (Germany), 213–219, in: Bourgeois und Meganck (eds.) 2005.

Slapšak 2001

Slapšak B. (ed.), On the good use of geographic information systems in archaeological landscape studies. Proceedings of the COST G2 WG2 round table, Ljubljana, 18 to 20 December 1998; COST action G2, ancient landscapes and rural structures, paysages antiques et structures rurales, EUR 19708, Luxembourg.

Smith, Blundell 2004

Smith B.W. und Blundell G., Dangerous ground: a critique of landscape in rock-art studies, 239–262, in: Chippindale und Nash (eds.) 2004.

Smith, Montiel 2001

Smith M.E. und Montiel L., The Archaeological Study of Empires and Imperialism in Pre-Hispanic Central Mexico, Journal of Anthropological Archaeology 20, 245–284.

Smyntyna 2006

Smyntyna O.V., Landscape in Prehistoric Archaeology: Comparing Western and Eastern Paradigms, 81–96, in: Meier (ed.) 2006a.

Snead, Preucel 1999

Snead J.E. und Preucel R.W., The Ideology of Settlement: Ancestral Keres Landscapes in the Northern Rio Grande, 169–197, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999b.

Soja 2008

Soja E., Vom „Zeitgeist" zum „Raumgeist". New Twists on the Spatial Turn, 241–262, in: Döring und Thielmann (eds.) 2008b.

Sonnabend 2005

Sonnabend H., Zwischen Fortschritt und Zerstörung: Mensch und Umwelt in der Antike, 118–128, in: Schürmann (ed.) 2005.

Sonnenfeld 1972

Sonnenfeld J., Geography, Perception and the Behavioral Environment, 244–251, in: English und Mayfield (eds.) 1972.

Sönning, Keidel 1998

Sönning W. und Keidel C.G., Wolkenbilder - Wettervorhersage, München.

Sonnlechner 2005

Sonnlechner C., Raumstrategische, agrarökologische und ökonomische Funktionen von Salzburger Stützpunkten im Frühmittelalter, Beiträge zur Mittelalterarchäologie in Österreich 21, 119–130.

Sopp 1999

Sopp M., Die Wiederaufnahme älterer Bestattungsplätze in den nachfolgenden vor- und frühgeschichtlichen Perioden in Norddeutschland, Bonn.

Spindler 1998

Spindler K. (ed.), Mensch und Natur im mittelalterlichen Europa. Archäologische, historische und naturwissenschaftliche Befunde; Akten der Akademie Friesach „Stadt und Kultur im Mittelalter", Friesach (Kärnten), 1.-5. September 1997, Nearchos Sonderheft 2, Klagenfurt.

Spoerry 1992a

Spoerry P., Beyond Wall-Following, 1–6, in: Spoerry (ed.) 1992b.

Spoerry 1992b

Spoerry P. (ed.), Geoprospection in the archaeological landscape. Papers based on contributions to a conference held in January 1989, Oxbow Monographs 18, Oxford.

Stadler et al. 2006

Stadler P., Ruttkay E., Doneus M., Friesinger H., Lauermann E., Kutschera W., Mateiciucovà I., Neubauer W., Neugebauer-Maresch C., Trnka G., Weninger F. und Wild E.M., Absolutchronologie der Mährisch-Ostösterreichischen Gruppe (MOG) der bemalten Keramik aufgrund von neuen 14C-Datierungen, AÖ 17, 41–69.

Stančič, Kvamme 1999

Stančič Z. und Kvamme K.L., Settlement Pattern Modelling through Boolean Overlays of Social and Environmental Variables, 231–237, in: Barceló et al. (eds.) 1999.

Stančič, Veljanovski 2001

Stančič Z. und Veljanovski T. (eds.), Computing archaeology for understanding the past: CAA 2000. Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology; proceedings of the 28th Conference, Ljubljana, April 2000, BARIntSer 931, Oxford.

Stanjek, Fassbinder 1995

Stanjek H. und Fassbinder J., Soil aspects affecting archaeological details in aerial photographs, Archaeological Prospection 2, 91–102.

Stanjek, Fassbinder 1996
Stanjek H. und Fassbinder J., Bodenkundliche Untersuchungen zum Verständnis archäologischer Strukturen im Luftbild, 249–255, in: Becker (ed.) 1996a.
Starzer 1900
Starzer A., Mannersdorf am Leithagebirge und Umgebung, Wien.
Steffensen et al. 2008
Steffensen J.P., Andersen K.K., Bigler M., Clausen H.B., Dahl-Jensen D., Fischer H., Goto-Azuma K., Hansson M., Johnsen S.J., Jouzel J., Masson-Delmotte V., Popp T., Rasmussen S.O., Roethlisbgerer R., Ruth U., Stauffer B., Siggaard-Andersen M.L., Sveinbjörnsdottir A.E., Svensson A. und White J.W.C., High resolution Greenland ice core data show abrupt climate change happens in few years, Science 321, 680–684.
Stehli 1989
Stehli P., Merzbachtal - Umwelt und Geschichte einer bandkeramischen Siedlungskammer, Germania 67, 51–76.
Stein 1986
Stein J.K., Coring archaeological sites, American Antiquity 51, 505–527.
Stein 1991
Stein J.K., Coring in CRM and archaeology: a reminder, American Antiquity 56, 138–142.
Steinberg 2002a
Steinberg T., Down to Earth: Nature, Agency, and Power in History, The American Historical Review 107, 798–820.
Steinberg 2002b
Steinberg T., Re: Nature, Agency, and Anthropocentrism. Diskussionsbeitrag zu: Steinberg, T. 2002, Down to Earth: Nature, Agency, and Power in History, http://www.historycooperative.org/phorum/read.php?13,271,272#msg-272 (September 2012).
Steinhardt et al. 2005
Steinhardt U., Blumenstein O. und Barsch H., Lehrbuch der Landschaftsökologie, Heidelberg.
Steinmüller, Steinmüller 2004
Steinmüller B. und Steinmüller U., Die digitale Dunkellkammer, Heidelberg.
Steuer 2001
Steuer H., Landschaftsarchäologie, 630–634, in: Beck et al. (eds.) 2001.
Steuer 2004
Steuer H., Die Ostsee als Kernraum des 10. Jahrhunderts und ihre Peripherien, Siedlungsforschung. Archäologie - Geschichte - Geographie 22, 59–88.
Steuer 2005
Steuer H., Siedlungsarchäologie, 319–323, in: Beck et al. (eds.) 2005.
Steward 1955
Steward J.H., Theory of Culture Change: The Methodology of Multilinear Evolution, Urbana.
Steward, Setzler 1938
Steward J.H. und Setzler F.M., Function and configuration in archaeology, American Antiquity 4, 4–10.
Stjernquist 1978
Stjernquist B., Die siedlungsarchäologische Forschung. Generelle Probleme und anschauliche Beispiele aus Südschweden, Studien zur Sachsenforschung 6, 237–250.
Stoertz 1997
Stoertz C., Ancient landscapes of the the Yorkshire Wolds. Aerial photographic transcription and analysis, Swindon.
Strang 2008
Strang V., The Social Construction of Water, 123–130, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
Strömmer 2003
Strömmer E., Klima-Geschichte. Methoden der Rekonstruktion und historische Perspektive: Ostösterreich 1700 bis 1830, Forschungen und Beiträge zur Wiener Stadtgeschichte 39, Wien.
Strunk-Lichtenberg 1965
Strunk-Lichtenberg G., Bodenkundliche Untersuchungen an Archäologischen Objekten, die durch Luftbild-Aufnahmen entdeckt wurden, Archaeo-Physika, BJb Beihefte 15, 175–202.
Suhr 2006
Suhr G., Settlement-, Environmental- and Landscape Archaeology in Eastern Central Europe between Anglo-American Influence and Communist Ideology, 97–114, in: Meier (ed.) 2006a.
Sutherland, Schmidt 2003
Sutherland T.L. und Schmidt A., Towton 1461: an integrated approach to battlefield archaeology, Landscapes 4, 15–25.
Tabbagh 1979
Tabbagh A., Thermal airborne prospection of the Lion en Beauce township, Archeo Physika 10, 700–709.
Taçon 1999
Taçon P.S.C., Identifying Ancient Sacred Landscapes in Australia: From Physical to Social, 34–57, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999b.
Taylor 1974
Taylor C.C., Total archaeology, in: Rogers und Rowley (eds.) 1974.
Taylor 2000a
Taylor J., Cultural depositional processes and post-depositional problems, 16–28, in: Francovich und Patterson (eds.) 2000.

Taylor 2000b
Taylor J., Soil phosphate survey, 182–189, in: Pasquinucci und Trément (eds.) 2000.
Taylor 1979
Taylor T.P., Soil mark studies near Winchester, Hampshire, JASc 6, 93–100.
Teichert 1996
Teichert D., Zirkel, hermeneutischer, 850–851, in: Mittelstrass (ed.) 1996.
Terrenato 2000
Terrenato N., The visibility of sites and the interpretation of field survey results: towards an analysis of incomplete distributions, 60–71, in: Francovich und Patterson (eds.) 2000.
Terrenato 2004
Terrenato N., Sample Size Matters! The Paradox of Global Trends and Local Surveys, 36–48, in: Alcock und Cherry (eds.) 2004.
Terry et al. 2000
Terry R.E., Hardin P.J., Houston S.D., Nelson S.D., Jackson M.W., Carr J. und Parnell J., Quantitative phosphorous measurement: a field test procedure for archaeological site analysis at Piedras Negras, Guatemala, Geoarchaeology 15, 151–166.
Theune 2008
Theune C., Zentrum und Peripherie - Aussagemöglichkeiten zum mittelalterlichen Handwerk aufgrund archäologischer Quellen, 13–23, in: Melzer (ed.) 2008.
Thies et al. 2004
Thies M., Koch B., Spiecker H. und Weinacker H. (eds.), Proceedings of Natscan, Laser-Scanners for Forest and Landscape Assessment - Instruments, Processing Methods and Applications, International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Volume XXXVI, Part 8/W2.
Thomas 1975
Thomas D.H., Nonsite sampling in archaeology: up the creek without a site?, 61–81, in: Mueller (ed.) 1975.
Thomas 1990
Thomas J., Silent running: the ills of environmental archaeology, Scottish Archaeological Review 7, 2–7.
Thomas 1993
Thomas J., The Politics of Vision and the Archaeologies of Landscape, 19–48, in: Bender (ed.) 1993b.
Thompson et al. 1990
Thompson M., Ellis R.J. und Wildavsky A.B., Cultural theory, Political cultures, Boulder, Colo.
Thoss 1972
Thoss D., Studien zum locus amoenus im Mittelalter, Wiener Romanist. Arb. 10.
Thrane 1991
Thrane H., Territoriality in a Bronze Age Landscape (Odsherred), 119–128, in: Jennbert et al. (eds.) 1991.
Thünen 1966
Thünen J.H. von, Der isolierte Staat, Oxford.
Thurston 2001
Thurston T.L., Landscapes of power, landscapes of conflict. State formation in the south Scandinavian Iron Age, Fundamental Issues in Archaeology, New York, London.
Tilley 1993
Tilley C., Art, Architecture, Landscape [Neolithic Sweden], 49–84, in: Bender (ed.) 1993b.
Tilley 1994
Tilley C., A Phenomenology of Landscape, Oxford.
Tilley 2004a
Tilley C., Round barrows and dykes as landscape metaphors, CambrAJ 14, 185–203.
Tilley 2004b
Tilley C., The Materiality of Stone: Explorations in Landscape Phenomenology 1, Oxford.
Tode 1928
Tode A., Organisation und praktische Durchführung einer allgemeinen archäologischen Landesaufnahme, Vorgesch. Jahrb. 3, 11.
Trampuž Orel, Heath 2001
Trampuž Orel N. und Heath D.J., Depo Kanalski Vrh – študija o metalurškem znanju na začetku 1. tisočletja pr. n. š, Arh. Vest. 52, 143–171.
Treibel 2006
Treibel A., Einführung in soziologische Theorien der Gegenwart, Wiesbaden.
Trigger 1967
Trigger B.G., Settlement Archaeology - its goals and promise, American Antiquity 32, 149–160.
Trigger 1989
Trigger B.G., A History of Archaeological Thought, Cambridge.
Trigger 2006
Trigger B.G., A History of Archaeological Thought. - 2nd ed, Cambridge.
Tschan et al. 2000
Tschan A.P., Rączkowski W. und Latałowa M., Perception and viewsheds: are they mutually inclusive?, 28–48, in: Lock (ed.) 2000a.
Tuan 1979
Tuan Y.-F., Thought and landscape: the eye and the mind's eye, 89–102, in: Meinig (ed.) 1979b.

Tucker 1985
Tucker M.E., Einführung in die Sedimentpetrologie, Stuttgard.
Ucko, Layton 1999
Ucko P.J. und Layton R. (eds.), The archaeology and anthropology of landscape: shaping your landscape, One World Archaeology 30, London and New York.
Ucko et al. 1972
Ucko P.J., Tringham R. und Dimbleby G. (eds.), Man, Settlement and Urbanism, London.
Uexküll 1909
Uexküll J. von, Umwelt und Innenwelt der Tiere, Berlin.
Ulbrich 1962
Ulbrich K., Der Burgstall von Purbach im Nordburgenland, Burgenländische Heimatblätter 24, 138–148.
Unger 2003
Unger R.W., The Economy, Technical Change, and the Environment: Theories and Applications, 63–79, in: Laszlovszky und Szabó (eds.) 2003.
Unruh 1992
Unruh F., Die villa rustica von Oberndorf - Opfer des Raubbaus an der Natur?, 75–77, in: Kuhnen (ed.) 1992.
Urban 2000
Urban O.H., Der lange Weg zur Geschichte. Die Urgeschichte Österreichs, Österreichische Geschichte, Wien.
Valde-Nowak 2002
Valde-Nowak P., Siedlungsarchäologische Untersuchungen zur neolithischen Nutzung der mitteleuropäischen Gebirgslandschaften, Internationale Archäologie, Rahden/Westf.
van der Leeuw et al. 2003
van der Leeuw S., Favory F. und Fiches J.-L. (eds.), Archéologie et systèmes socio-environnementaux. Études multiscalaires sur la vallée du Rhône dans le progamme ARCHAEOMEDES, CRA 27, Paris.
van Dommelen 1999
van Dommelen P., Exploring Everyday Places and Cosmologies, 277–285, in: Ashmore und Knapp (eds.) 1999b.
van Dyke 2008
van Dyke R.M., Memory, Place and the Memoralization of Landscape, 277–284, in: David und Thomas (eds.) 2008a.
van Dyke, Alcock 2003
van Dyke R.M. und Alcock S.E., Archaeologies of memory, Malden, Mass.
van Leusen 1999
van Leusen M., Viewshed and Cost Surface Analysis Using GIS (Cartographic Modelling in a Cell-Based GIS II), 215–223, in: Barceló et al. (eds.) 1999.
van Leusen et al. 2005
van Leusen M., Deeben J., Hallewas D., Kamermans H., Verhagen P. und Zoetbrood P., A Baseline for Predictive Modelling in the Netherlands, 25–92, in: van Leusen und Kamermans (eds.) 2005.
van Leusen, Kamermans 2005
van Leusen M. und Kamermans H. (eds.), Predictive modelling for archaeological heritage management. A research agenda, NAR - Nederlandse Archeologische Rapporten 29, Amersfoort.
van Leusen et al. 2011
van Leusen M., Pizziolo G., und Sarti, L. (Hg.), Hidden landscapes of Mediterranean Europe. Cultural and methodological biases in pre- and protohistoric landscape studies; Proceedings of the international meeting, Siena, Italy, May 25 - 27, 2007. Oxford: Archaeopress (International series, 2320).
Vavra 2007a
Vavra E., Einleitung, 7–16, in: Vavra (ed.) 2007b.
Vavra 2007b
Vavra E. (ed.), Imaginäre Räume. Sektion B des Internationalen Kongresses „Virtuelle Räume, Raumwahrnehmung und Raumvorstellung im Mittelalter"; Krems an der Donau, 24. bis 26. März 2003, Veröffentlichungen des Instituts für Realienkunde des Mittelalters und der Frühen Neuzeit Nr 19, Wien.
Venclová 1995
Venclová N., Settlement area, production area and industrial zone, 161–169, in: Kuna und Venclová (eds.) 1995.
Veraart, Wimmer 1995
Veraart A. und Wimmer R., Hermeneutik, 85–90, in: Mittelstrass (ed.) 1995a.
Verhagen et al. 1995
Verhagen P., McGlade, J., Gili, S. und Risch, R., Some Criteria for Modelling Socio-Economic Activities in the Bronze Age of south-east Spain, 187–209, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.
Verhagen et al. 2009
Verhagen P., Kamermans H. und van Leusen M., The future of archaeological predictive modelling, in: Kamermans et al. (eds.) 2009.
Verhoeven 2007
Verhoeven G., Becoming a NIR-Sensitive Aerial Archaeologist, 333–345, in: Neale et al. (eds.) 2007.
Verhoeven 2008
Verhoeven G., Imaging the Invisible - Using modified Digital Cameras for Straightforward and Low-Cost Archaeological Near-InfraRed Photography, JASc 35, 3087–3100.
Verhoeven 2011
Verhoeven G., Near-Infrared Aerial Crop Mark Archaeology: From its Historical Usae to Current Digital Im-

plementations. Journal of Archaeological Method and Theory (DOI 10.1007/s10816-011-9104-5).

Verhoeven et al. 2012

Verhoeven G., Doneus, M., Briese, Ch., Vermeulen, F., Mapping by matching: a computer vision-based approach to fast and accurate georeferencing of archaeological aerial photographs. Journal of Archaeological Science 39/7, 2060-2070.

Verhoeven, Schmitt 2010

Verhoeven G., Schmitt K.D., An attempt to push back frontiers – digital near-ultraviolet aerial archaeology. JASc37, 833-845.

ViFaOst 2004

ViFaOst, Digitales Handbuch zur Geschichte und Kultur Russlands und Osteuropas. (http://www.vifaost.de/texte-materialien/digitale-reihen-und-sammlungen/handbuch/).

Vita-Finzi, Higgs 1970

Vita-Finzi C. und Higgs E.S., Prehistoric economy in the Mount Carmel area of Palestine: Site catchment analysis, Proceedings of the Prehistoric Society 36, 1–37.

Völkel 1998

Völkel J., Methoden zur Bilanzierung spätlatènezeitlicher Bodenerosion am Beispiel der Viereckschanze von Poigen, Lkr. Regensburg, 541–558, in: Küster et al. (eds.) 1998.

Völkel 2007

Völkel J., Bodenentwicklung, 374–380, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Vorbeck, Beckel 1973

Vorbeck E. und Beckel L., Carnuntum - Rom an der Donau, Salzburg.

Voss 1987

Voss F., Einige Ergebnisse der Photogrammetrie aus dem Weltraum mit einer Zeiss RMK, Zeiss Informationen 99, 1987, 50-54.

Wagner 2001

Wagner J., Zur ostentativen Wiederverwendung römerzeitlicher Spolien in mittelalterlichen und frühneuzeitlichen Kirchenbauten der Steiermark. Bannung, Exorzismus und humanistische Intentionen im Spiegel einer Interpretatio christiana, FUBerÖ 40, 345–479.

Wagner et al. 2006

Wagner W., Ullrich A., Ducic V., Melzer T. und Studnicka N., Gaussian decomposition and calibration of a novel small-footprint full-waveform digitising airborne laser scanner, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 60, 100–112.

Wagstaff 1986

Wagstaff M., What Christaller Really Said About Central Places, 119–122, in: Grant (ed.) 1986.

Wahle 1921

Wahle E., Die Besiedlung Südwestdeutschlands in vorrömischer Zeit nach ihren natürlichen Grundlagen, BerRGK 12 (1920), 1 ff.

Walford 1995

Walford N., Geographical data analysis, Chichester.

Walker 1992

Walker R., Phosphate Survey: Method and Meaning, 61–73, in: Spoerry (ed.) 1992b.

Wallerstein 1974

Wallerstein I., The Modern World-System, I: Capitalist Agriculture and the Origins of the European World-Economy in the Sixteenth Century, New York/London.

Wand 1993

Wand N., Mittelalterliche Einsiedeleien, Quellheiligtümer und Wallfahrtsstätten im Odenwald, Heppenheim.

Warkentin 2006

Warkentin B.P. (ed.), Footprints in the soil. People and ideas in soil history, Boston, Mass.

Warren, Asch 2000

Warren R.E. und Asch D.L., A predictive model of archaeological site location in the eastern Prairie Peninsula, 5–32, in: Westcott und Brandon (eds.) 2000.

Waters 1992

Waters M.R., Principles of geoarchaeology: a North American perspective, Tucson.

Weber 1909

Weber A., Über den Standort der Industrie. I. Teil: Reine Theorie des Standortes, Tübingen.

Weber 1972

Weber M., Wirtschaft und Gesellschaft. Grundriss der verstehenden Soziologie, Hauptwerke der großen Denker, Tübingen.

Wegner 1995

Wegner G., Flußfunde, 263–276, in: Hoops (ed.) 1995.

Wehr, Lohr 1999

Wehr A. und Lohr U., Airborne laser scanning - an introduction and overview, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 54, 68–82.

Weichhart 2007

Weichhart P., Humanökologie, 941–949, in: Gebhardt et al. (eds.) 2007.

Weichhart 2009

Weichhart P., Humangeographie - quo vadis?, 63–77, in: Musil und Staudacher (eds.) 2009.

Weiner 1998

Weiner J., Neolithische Brunnen. Bemerkungen zur Termi-

nologie, Typologie und Technologie mit einem Modell zur bandkeramischen Wasserversorgung, 193–213, in: Koschik (ed.) 1998.

Werlen 2010

Werlen B., Orte der Geographie, Gesellschaftliche Räumlichkeit 1, Stuttgart.

Wessel, Wohlfarth 2003

Wessel I. und Wohlfarth C., Systematische Prospektion als Basis für Prognosekarten, 197–213, in: Kunow und Müller (eds.) 2003.

Westcott, Brandon 2000

Westcott K.L. und Brandon J.R. (eds.), Practical applications of GIS for archaeologists. A predictive modeling toolkit, London.

Wheatley 1995

Wheatley D., Cumulative viewshed analysis: a GIS-based method for investigating intervisibility, and its archaeological application, 171–185, in: Lock und Stančič (eds.) 1995.

Wheatley, Gillings 2000

Wheatley D. und Gillings M., Vision, perception and GIS: developing enriched approaches to the study of archaeological visibility, 1–27, in: Lock (ed.) 2000a.

Wheatley, Gillings 2002

Wheatley D. und Gillings M., Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Applications of GIS, London and New York.

Whimster 1989

Whimster R., The Emerging Past - Air Photography and the Buried Landscape, Royal Commission on the Historical Monuments of England, London.

Whitley 2004

Whitley T.G., Causality and Cross-Purposes in Archaeological Predictive Modeling, 236-239 / 1-17(CD), in: Fischer Ausserer et al. (eds.) 2004.

Wiegand 1920

Wiegand T., Sinai. Wissenschaftliche Veröffentl. des Deutsch Türkischen Denkmalschutzkommandos 1.

Wiesbauer 2004

Wiesbauer H., Historische Überflutungen am Kamp, St. Pölten.

Wilkinson, Stevens 2003

Wilkinson K. und Stevens C., Environmental Archaeology. Approaches, Techniques & Applications, Wiltshire.

Willey 1953

Willey G.R., Prehistoric settlement patterns in the Virù Valley, Peru, Bureau of American Ethnology Bulletin 155, Washington, DC.

Willey 1959

Willey G.R., Aerial photographic maps as survey aids in Virú Valley, 203–207, in: Heizer (ed.) 1959.

Willis 1932

Willis B., Shepherds of Sussex, London.

Wilson 1975a

Wilson D.R. (ed.), Aerial reconnaissance for archaeology, CBA Research Report 12, London.

Wilson 1975b

Wilson D.R., Photographic techniques in the air, 12–31, in: Wilson (ed.) 1975a.

Wilson 1975c

Wilson D.R., Some pitfalls in the interpretation of air photographs, 59–69, in: Wilson (ed.) 1975a.

Wilson 1989

Wilson D.R., The formation and appearance of archaeological soil marks, 61–71, in: Kennedy (ed.) 1989.

Wilson 1997

Wilson D.R., The care and storage of photographs. Recommendations for good practice, Dereham, England.

Wilson 2000

Wilson D.R., Air photo interpretation for archaeologists, Stroud.

Wilson 2005a

Wilson D.R., Bias in aerial reconnaissance, 64–72, in: Brophy und Cowley (eds.) 2005a.

Wilson 2005b

Wilson D.R., Vertical versus oblique photography, AARG-News Supplement 1, 32–34.

Windholz-Konrad 2003

Windholz-Konrad M., Funde entlang der Traun zwischen Ödensee und Hallstättersee, FUBerÖMat A 13, Wien.

Windl 1982

Windl H. (ed.), Fenster zur Urzeit. Luftbildarchäologie in Niederösterreich, Kat. NÖ. Landesmuseum N.F. 117, Asparn.

Winiwarter 1996-2010

Winiwarter V., Prähistorischer Umgang mit den Böden, 1–6, in: Blume (ed.) 1996-2010.

Winiwarter 2006a

Winiwarter V., Prolegomena to a History of Soil Knowledge in Europe, 177–215, in: McNeill und Winiwarter (eds.) 2006.

Winiwarter 2006b

Winiwarter V., Soil Scientists in Ancient Rome, 3–16, in: Warkentin (ed.) 2006.

Winiwarter 2008

Sozialökologische Perspektiven auf die Geschichte der Landwirtschaft, 227–248, in: Cerman et al. (eds.) 2008.

Winiwarter, Blum 2006
Winiwarter V. und Blum W.E.H., Souls and Soils: A Survey of Worldviews, 107–122, in: Warkentin (ed.) 2006.
Winiwarter, Knoll 2007
Winiwarter V. und Knoll M., Umweltgeschichte. Eine Einführung, UTB Geschichte, Naturwissenschaften 2521, Köln.
Winiwarter, Schmid 2008
Winiwarter V. und Schmid M., Umweltgeschichte als Untersuchung sozionaturaler Schauplätze? Ein Versuch, Johannes Colers »Oeconomia« umwelthistorisch zu interpretieren, 158–173, in: Knopf (ed.) 2008.
Winiwarter, Wilfing 2002
Winiwarter V. und Wilfing H. (eds.), Historische Humanökologie. Interdisziplinäre Zugänge zu Menschen und ihrer Umwelt, Wien.
Wirth 1979
Wirth E., Theoretische Geographie, Teubner Studienbücher - Geographie, Stuttgart.
Wiseman, El-Baz 2007
Wiseman J. und El-Baz F. (eds.), Remote Sensing in Archaeology, Interdisciplinary Contributions To Archaeology, Berlin, Heidelberg.
Witcher 2000
Witcher R.E., GIS and Landscapes of Perception, 13–22, in: Gillings et al. (eds.) 2000.
Wobst 1983
Wobst H.M., We can't see the forest for the trees: sampling and the shapes of archaeological distributions, 37–85, in: Moore und Keene (eds.) 1983.
Wolf, Hassler 1993
Wolf R. und Hassler D. (eds.), Hohlwege. Entstehung, Geschichte und Ökologie der Hohlwege im westlichen Kraichgau. Ein gemeinsames Projekt der Bezirksstelle für Naturschutz und Landschaftspflege Karlsruhe und des Landesnaturschutzverbandes Baden-Württemberg, Beihefte zu den Veröffentlichungen für Naturschutz und Landschaftspflege 72, Karlsruhe.
Wolff 1913
Wolff G., Die südliche Wetterau in vor- und frühgeschichtlicher Zeit, mit einer archäologischen Fundkarte, Frankfurt a.M.
Wolfram 2000
Wolfram S., „Vorsprung durch Technik" or „Kossinna syndrome"? Archaeological theory and social context in post-war West Germany, 180–207, in: Härke (ed.) 2000.
Wunderlich 2001
Wunderlich J., Versuche zur Qualifizierung und Quantifizierung vorzeitlicher Bodenerosion, 57–58, in: Schauer (ed.) 2001.
Yarbus 1967
Yarbus A.L., Eye Movements and Vision. Plenum Press (Springer), New York 1967.
Yokoyama et al. 2002
Yokoyama R., Sirasawa M. und Pike R.J., Visualizing topography by openness: A new application of image processing to digital elevation models, photogrammetric Engineering & Remote Sensing 68, 257–265.
Yorston et al. 1990
Yorston R.M., Gaffney V. und Reynolds P.J., Simulation of artifact movement due to cultivation, JASc 17, 67–83.
Zabehlicky 2004
Zabehlicky H., Zum Abschluss der Grabungen im Hauptgebäude der Villa von Bruckneudorf, ÖJh 73, 305–325.
Zadnikar 1983a
Zadnikar M., Die frühe Baukunst der Kartäuser, 51–138, in: Zadnikar (ed.) 1983b.
Zadnikar 1983b
Zadnikar M. (ed.), Die Kartäuser. Orden der schweigenden Mönche, Köln.
Zámolyi et al. 2012 [Im Druck]
Zámolyi A., Draganits E., Doneus M. und Fera M., Paläoflusslaufentwicklung der Leitha (Ostösterreich) – eine Luftbild Perspektive, in: Doneus und Griebl (eds.) 2012 [Im Druck].
Zantopp 1995
Zantopp R., Methode und Möglichkeiten der Luftbildarchäologie im Rheinland, 155–164, in: Kunow (ed.) 1995.
Zaro 2008
Zaro G., Builth H., Rivera C., Roldán J. und Suvires G., Landscape evolution and human agency: archaeological case studies from drylands in western South America and Australia, Revista de Antropología Chilena 40, 261–271.
Zickgraf 1999
Zickgraf B., Geomagnetische und geoelektrische Prospektion in der Archäologie, Internationale Archäologie. Naturwissenschaft und Technik 2, Rahden/Westf.
Zimmermann 1992
Zimmermann A., Tesselierung und Triangulation als Techniken zur Bestimmung archäologischer Funddichten, AInf 15, 107–112.
Zimmermann 2002
Zimmermann A., Landschaftsarchäologie I. Die Bandkeramik auf der Aldenhovener Platte, BerRGK 83, 17–38.
Zimmermann et al. 2004
Zimmermann A., Richter J., Frank T. und Wendt K.P., Landschaftsarchäologie II. Überlegungen zu Prinzipien einer Landschaftsarchäologie, BRGK 85, 37–95.
Żuk 2005
Żuk L., Re-constructing ‚bloody good mapping', AARG-News Supplement 1, 25–31.

Abkürzungsverzeichnis

AInf	Archäologische Informationen. Mitteilungen zur Ur- und Frühgeschichte
AJA	American Journal of Archaeology
AKorrBl	Archäologisches Korrespondenzblatt
ANachr	Archäologisches Nachrichtenblatt
AMethTh	Advances in Archaeological Method and Theory
AÖ	Archäologie Österreichs
APol	Archaeologia Polona
ArchA	Archaeologia Austriaca
ARozhl	Archeologické rozhledy
BARBritishSer	British Archaeological Reports (British Series)
BARIntSer	British Archaeological Reports (International Series)
BerRGK	Bericht der Römisch-Germanischen Kommission
BJb	Bonner Jahrbücher des Rheinischen Landesmuseums in Bonn
CambrAJ	Cambridge Archaeological Journal
CarnuntumJb	Carnuntum-Jahrbuch. Zeitschrift für Archäologie und Kulturgeschichte des Donauraumes
FBerBadWürt	Forschungen und Berichte zur Vor- und Frühgeschichte in Baden-Württemberg
FuBerÖ	Fundberichte aus Österreich
FuBerÖMat	Fundberichte aus Österreich Materialhefte
JASc	Journal of Archaeological Science
JbRGZM	Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums Mainz
JFieldA	Journal of Field Archaeology
JRA	Journal of Roman Archaeology
MAnthrWien	Mitteilungen der Anthropologischen Gesellschaft Wien
MonoFrühMA	Monographien zur Frühgeschichte und Mittelalterarchäologie
MPK	Mitteilungen der Prähistorischen Kommission der Österreichischen Akademie der Wissenschaften
OxfJA	Oxford Journal of Archaeology
PZ	Prähistorische Zeitschrift
WorldA	World Archaeology
ÖJh	Jahreshefte des Österreichischen Archäologischen Institutes in Wien