

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 Wegforschung 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 Geländereief 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 Wegforschung

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 Wegforschung 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 wer-

den. 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 zur 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

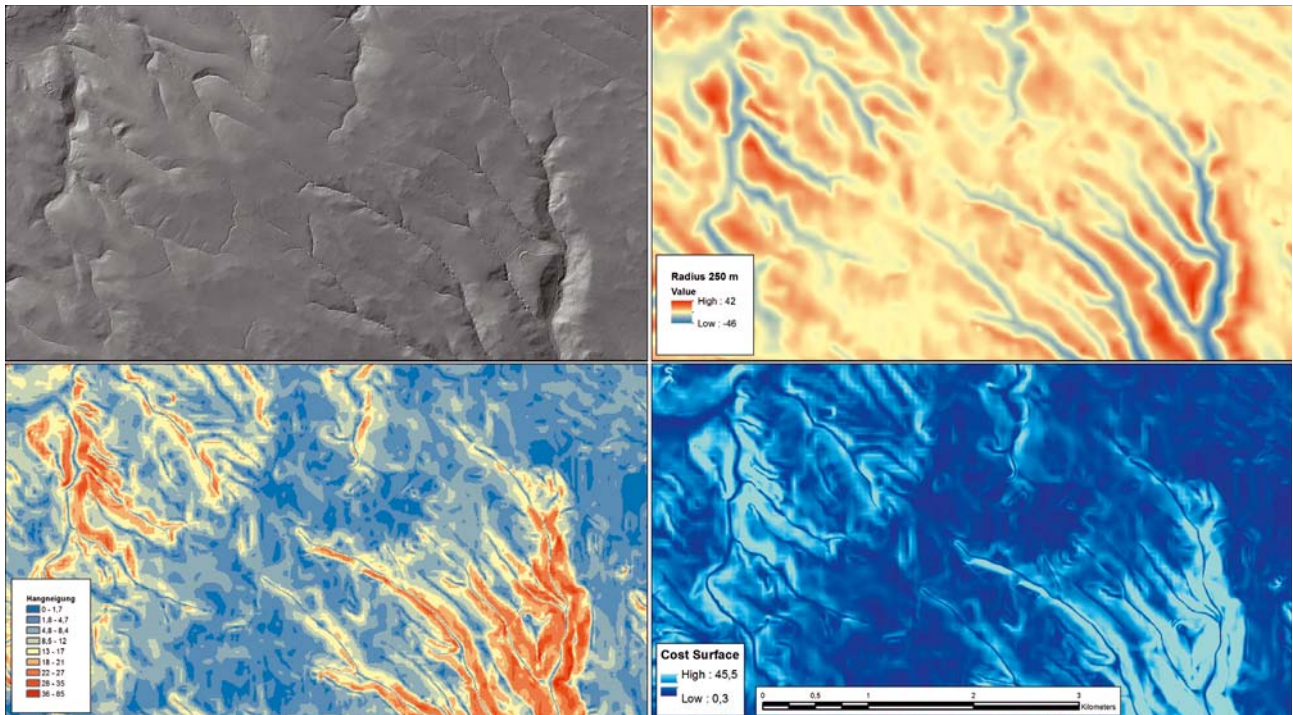


Abb. 183: Ausschnitt aus dem Leithagebirge. Links: schattiertes DGM (oben), Hangneigung (unten). Rechts: topographische Prominenz (oben), kombinierter Cost-Surface aus Hangneigung und topographischer Prominenz (unten). Auflösung 10 m, Datengrundlage: ALS-DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, 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-

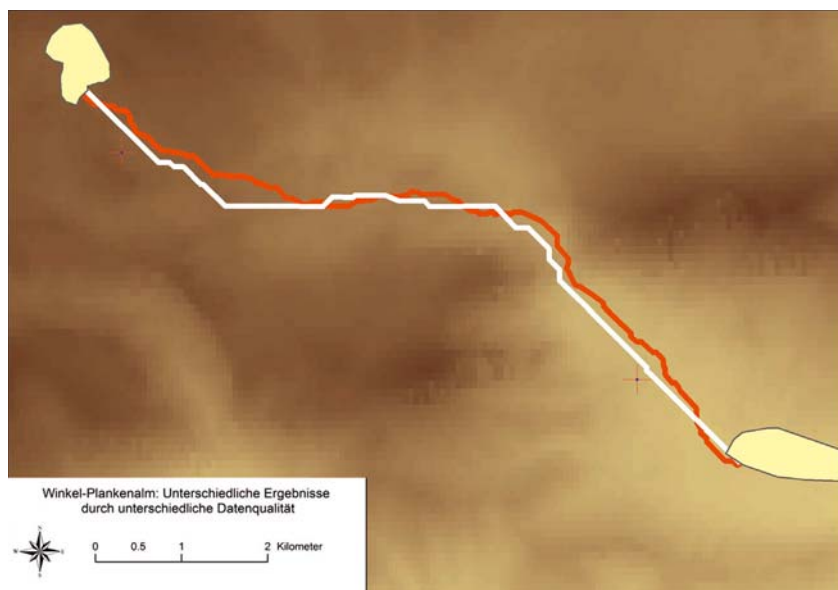


Abb. 184: Vergleich der Wegvarianten-Berechnung basierend auf dem SRTM (gelb) und einem hochauflösenden DGM (rot). Hintergrund: SRTM-Geländemodell (Grafik: Michael Doneus).

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 Höhengichtlinie), 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.

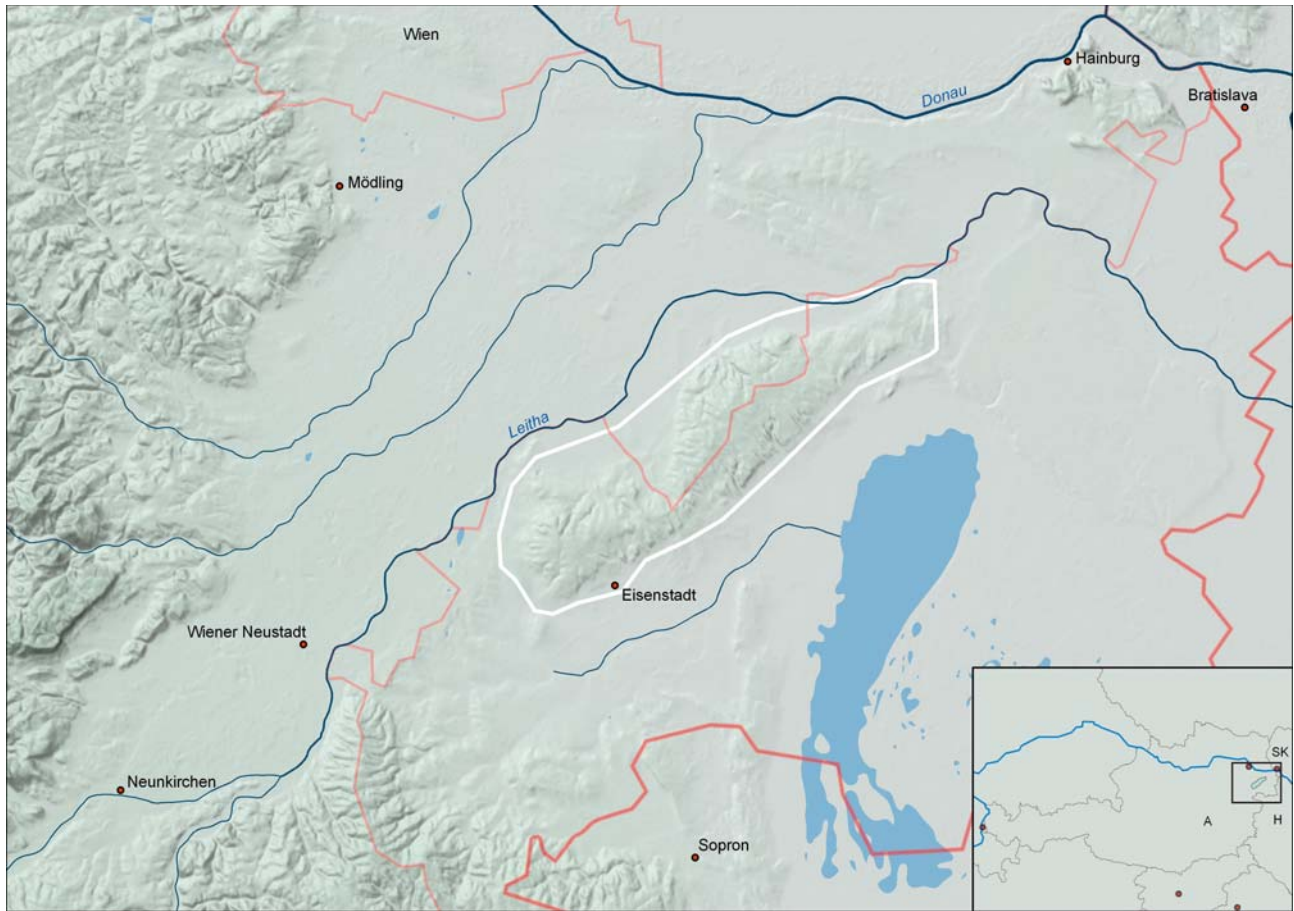


Abb. 185: Kartenausschnitt, der das Leithagebirge mit der Umgrenzung des eingezeichneten Projektgebietes zeigt. Im landwirtschaftlich genutzten Bereich nördlich und westlich des Projektgebietes konnten in einem Vorläuferprojekt vor allem durch die Luftbildarchäologie zahlreiche neue Fundplätze entdeckt 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 befliegen 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 Wege-

bündel 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 Höhengründungen miteinander verbindet (Abb. 187).

Die drei Höhengründungen, Mannersdorf, Purbach und Donnerskirchen, können aufgrund von Lesefunden und Grabungen datiert werden. Abgesehen von vereinzelt 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



Abb. 186: Blick entlang eines heute nicht mehr benutzten Hohlweges, der vor Ort kaum zu erkennen ist (© Michael Doneus).

heutigen Geländeerelief erkennbaren Spuren des Wegenetzes dürften zum Großteil aus der Neuzeit stammen. Da Ausgangs- und Endpunkt der Wege jedoch bei den erwähnten Höhengründungen 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.

Eine Radarmessung über den von Purbach kommenden Hohlweg zeigte, dass dieser heute fast zur Gänze

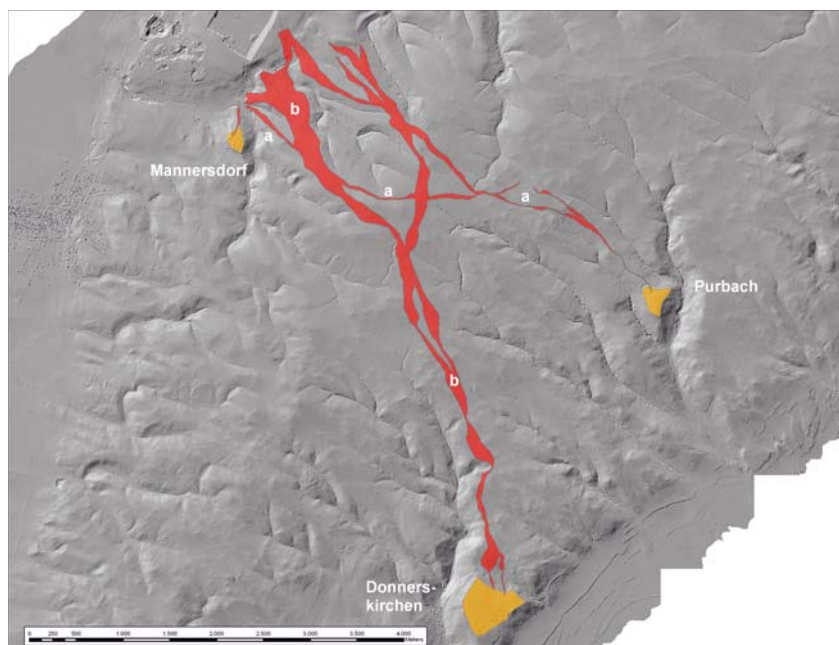


Abb. 187: Überblick über ein Netzwerk von Hohlwegbündel, welches sich zwischen den bekannten prähistorischen Höhengründungen von Mannersdorf, Purbach und Donnerskirchen erstreckt. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

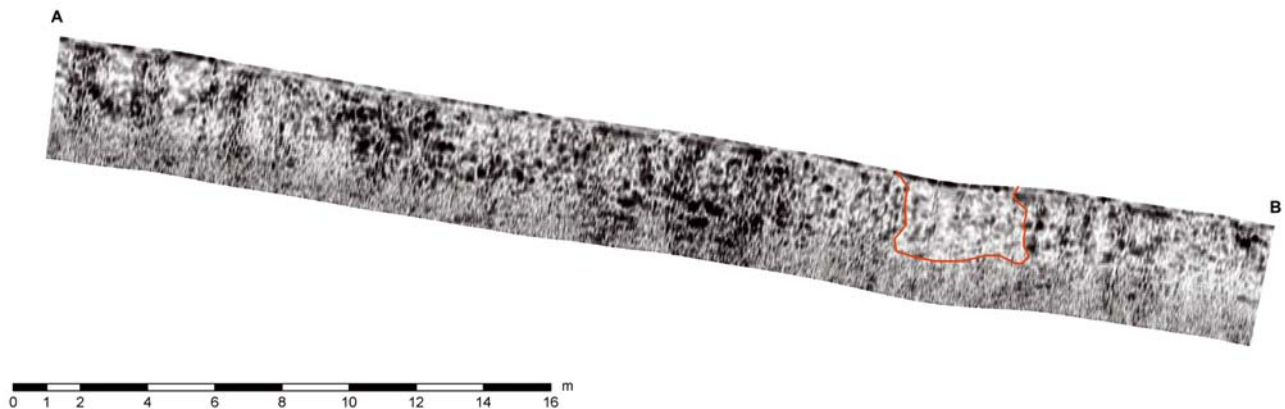


Abb. 188: Radargramm des Profils A-B (vgl. Abb. 194). Dargestellt ist die relative Reflexivität des Materials. Helle Bereiche weisen auf absorbierendes, dunkle auf stark reflektierendes (z. B. Fels) Material hin (© ArcheoProspections®).

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 leicht erhaltener Hohl-

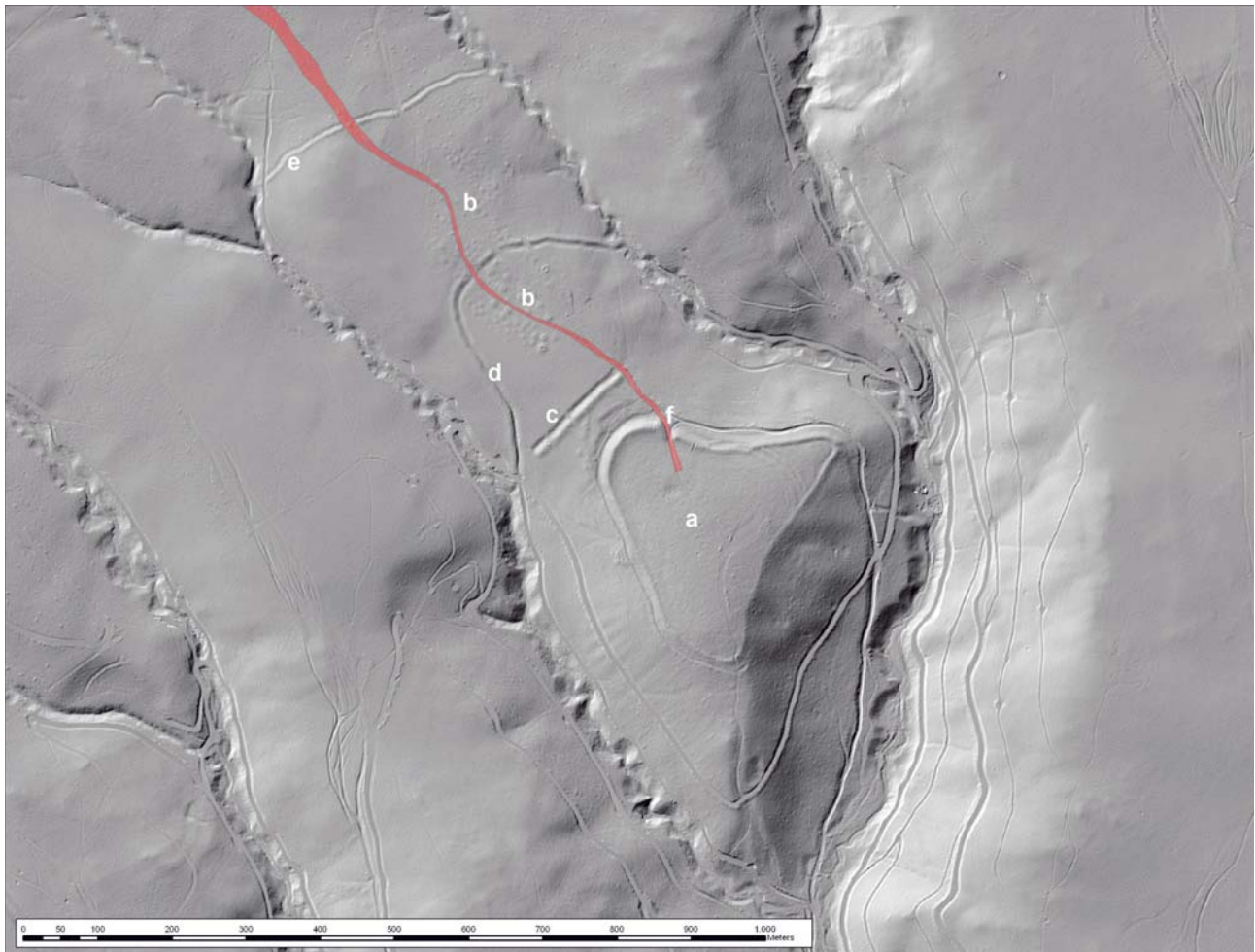


Abb. 189: Purbach – Burgstallberg. Schattierte Reliefdarstellung der Anlage mit dazugehörigem Gräberfeld. Die Buchstaben beziehen sich auf den Text. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

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 Geländedeformationen (Abb. 191 und Abb.



Abb. 190: Vom Weg aus sichtbarer, gut erhaltener Grabhügel aus dem Gräberfeld am Purbacher Burgstallberg (© Michael Doneus).

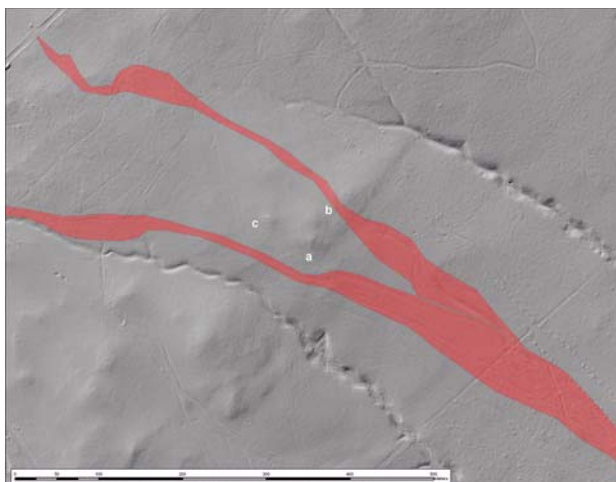


Abb. 191: Wegverlauf nordwestlich von Purbach. Die Hohlwegbündel verzweigen sich im Bereich dreier möglicher Grabhügel (a-c) (Grafik: Michael Doneus).



Abb. 193: PulseEKKO PRO 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).

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 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 PulseEKKO PRO“ (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):

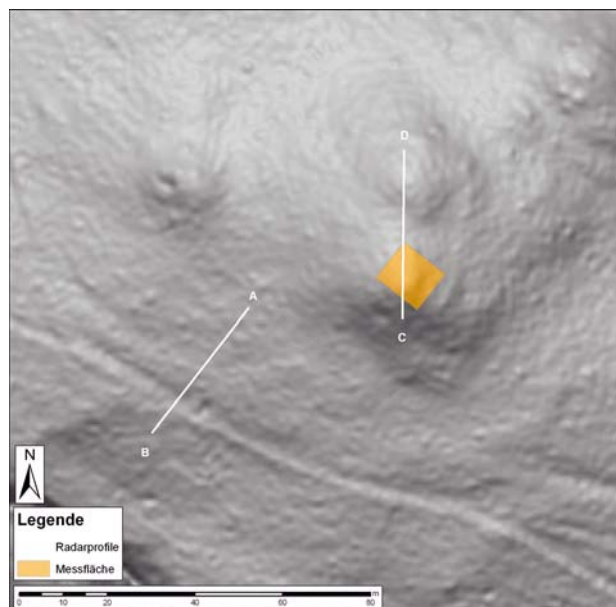


Abb. 194: Lageplan der beiden Radarprofile (A-B und C-D) sowie der untersuchten Messfläche (vgl. Abb. 188) (Grafik: Michael Doneus).

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

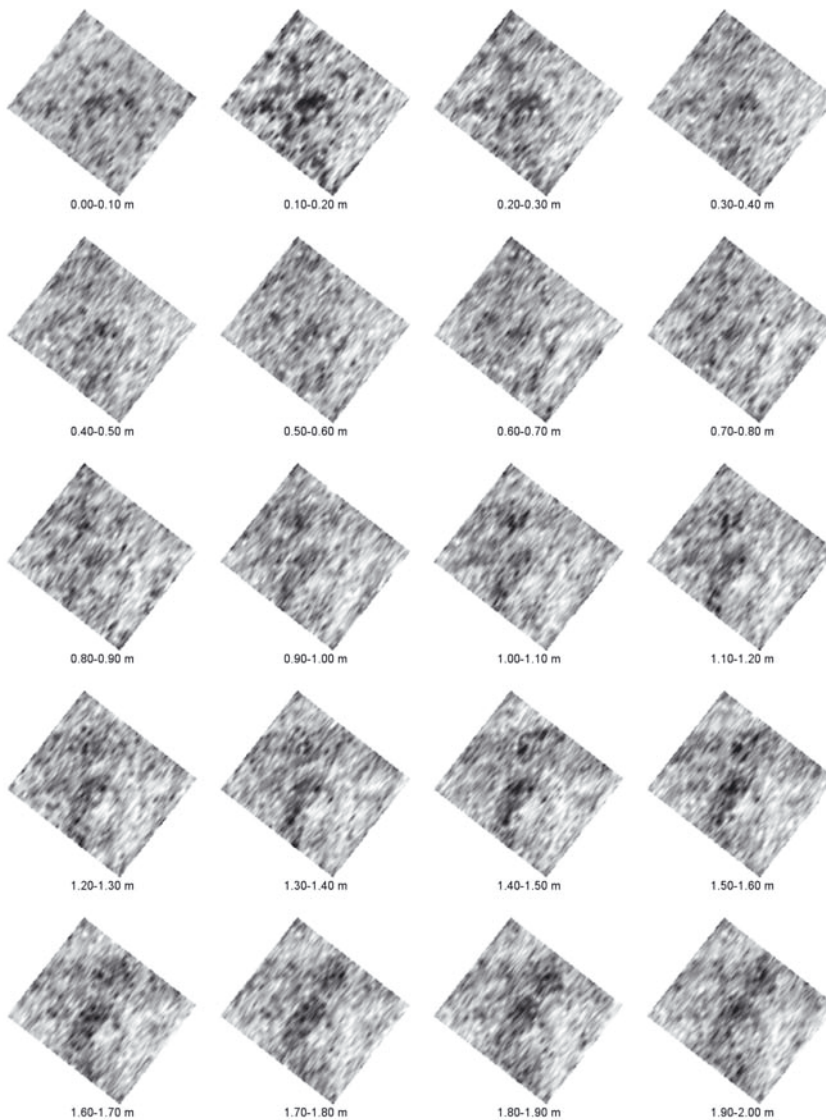


Abb. 195: Aus dem Datenblock der Radarmessung abgeleitete Zeitscheiben mit einem 20 cm entsprechenden Intervall (© ArcheoProspections®).

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 Wanderwegen), 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

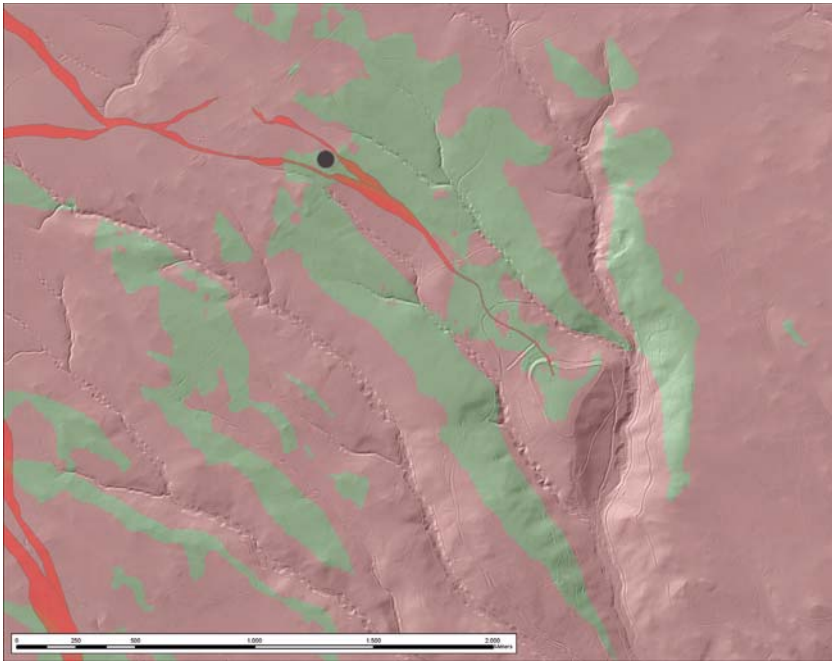


Abb. 196: Sichtbarkeitskarte auf Basis eines Geländemodells mit 10 m Rasterweite. Ausgangspunkt der Berechnung ist der Eingangsbereich der zentralen Anlage von Purbach. Von dort ist der Weg auf eine Distanz von etwa zwei Kilometern einsehbar (grüner Bereich). Die drei im Text erwähnten Hügel (als Punkt 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 Höhengsiedlung von Mannersdorf trifft der Weg auf das massive, 150 m breite Hohlwegfeld, welches von Donnerskirchen kommend in Richtung Mannersdorf verläuft. Die Wege ver-

zweigen sich dabei in ein schmales Hohlwegbündel, welches den direkten, etwas steileren Weg zur Höhengsiedlung 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 Höhengsiedlung 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-

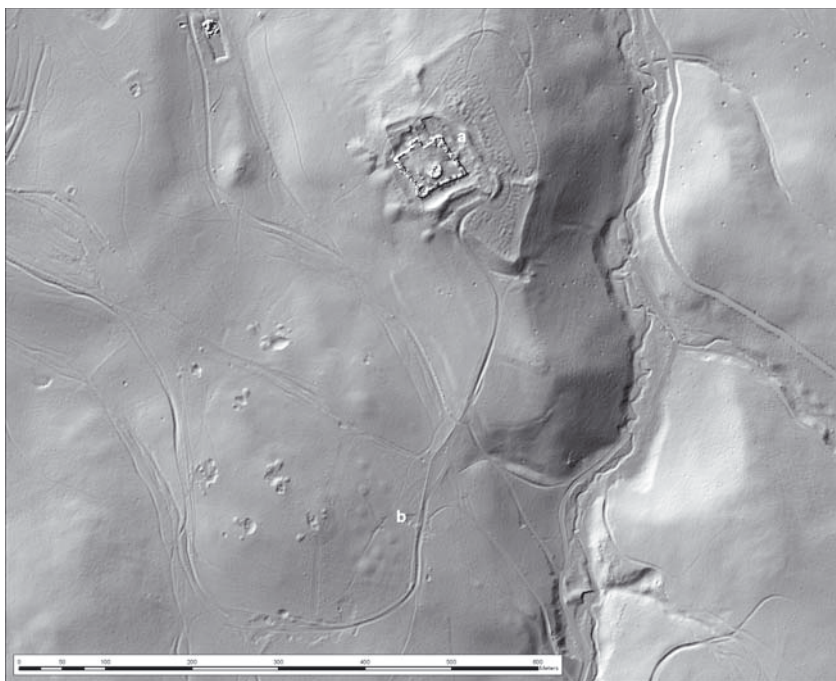


Abb. 199: Mannersdorf – Schlossberg. Schattierte Reliefdarstellung der spätbronze-hallstattzeitlichen Anlage (a), welche im Mittelalter durch die Burg Scharfeneck überbaut wurde. Etwas südlich konnte das wahrscheinlich zugehörige Gräberfeld (b) entdeckt werden. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, 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.

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 Wegforschung 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.

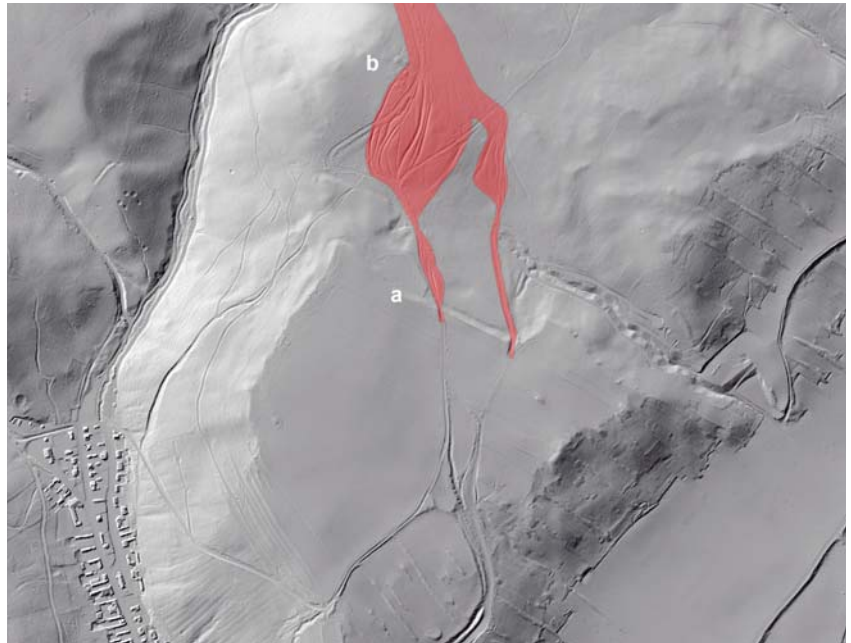


Abb. 200: Donnerskirchen – Ehrenfeld. Schattierte Reliefdarstellung der spätbronze-hallstattzeitlichen Anlage (a), und einem eventuell zugehörigen Gräberfeld (b). Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus)

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-

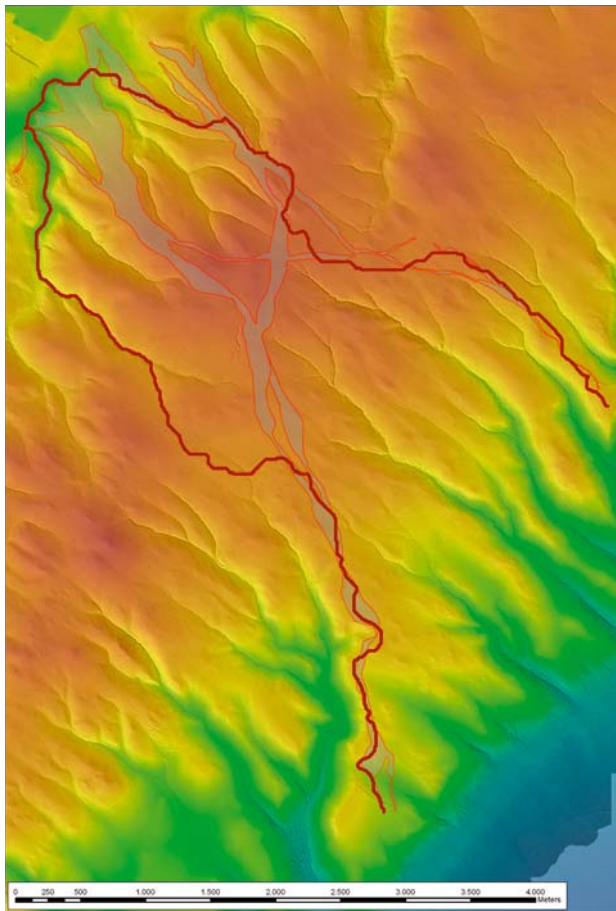


Abb. 201: Least-Cost-Path (rote Linie) zwischen Mannersdorf und Purbach bzw. Mannersdorf und Donnerskirchen basierend auf dem Faktor „Hangneigung“. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

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 implementier-

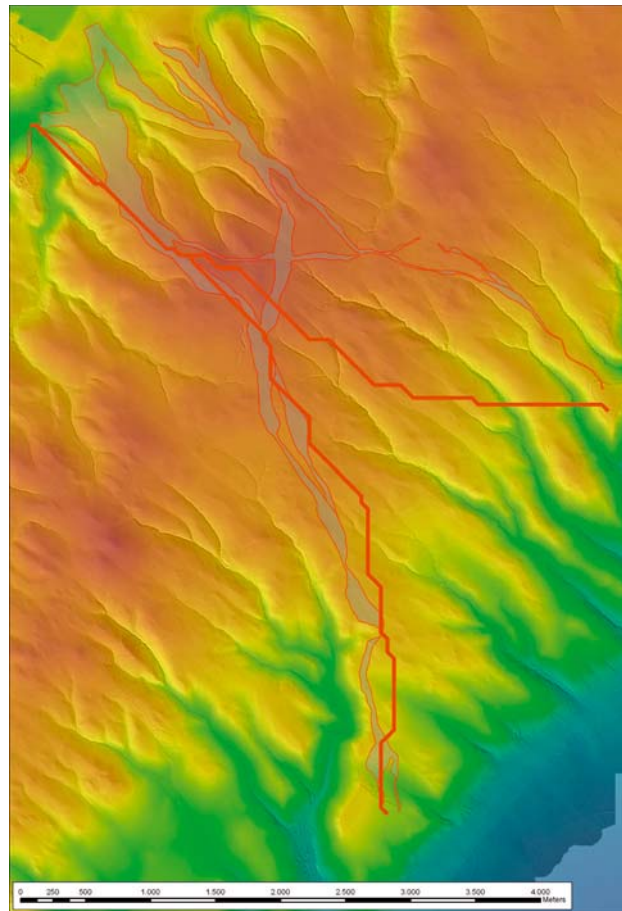


Abb. 202: Least-Cost-Path (rote Linie) zwischen Mannersdorf und Purbach bzw. Mannersdorf und Donnerskirchen basierend auf dem Faktor „Sichtbarkeit“. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

ten 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 Höhengsiedlungen 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).

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

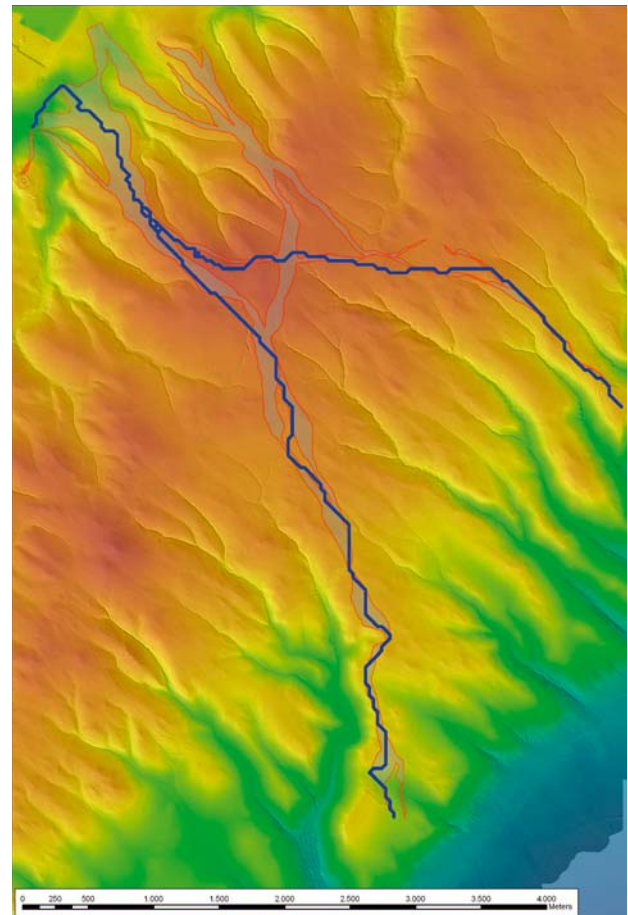


Abb. 204: Least-Cost-Path (blaue Linie) zwischen Mannersdorf und Purbach bzw. Mannersdorf und Donnerskirchen basierend auf den Faktoren „Offenheit“ und „Hangneigung“. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Doneus).

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 vornherein unsinnig erscheinen mag, so könnte die visuelle Wahrnehmung für den Wegverlauf durchaus Relevanz haben. Vor allem im Nahbereich der Höhengsiedlungen 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

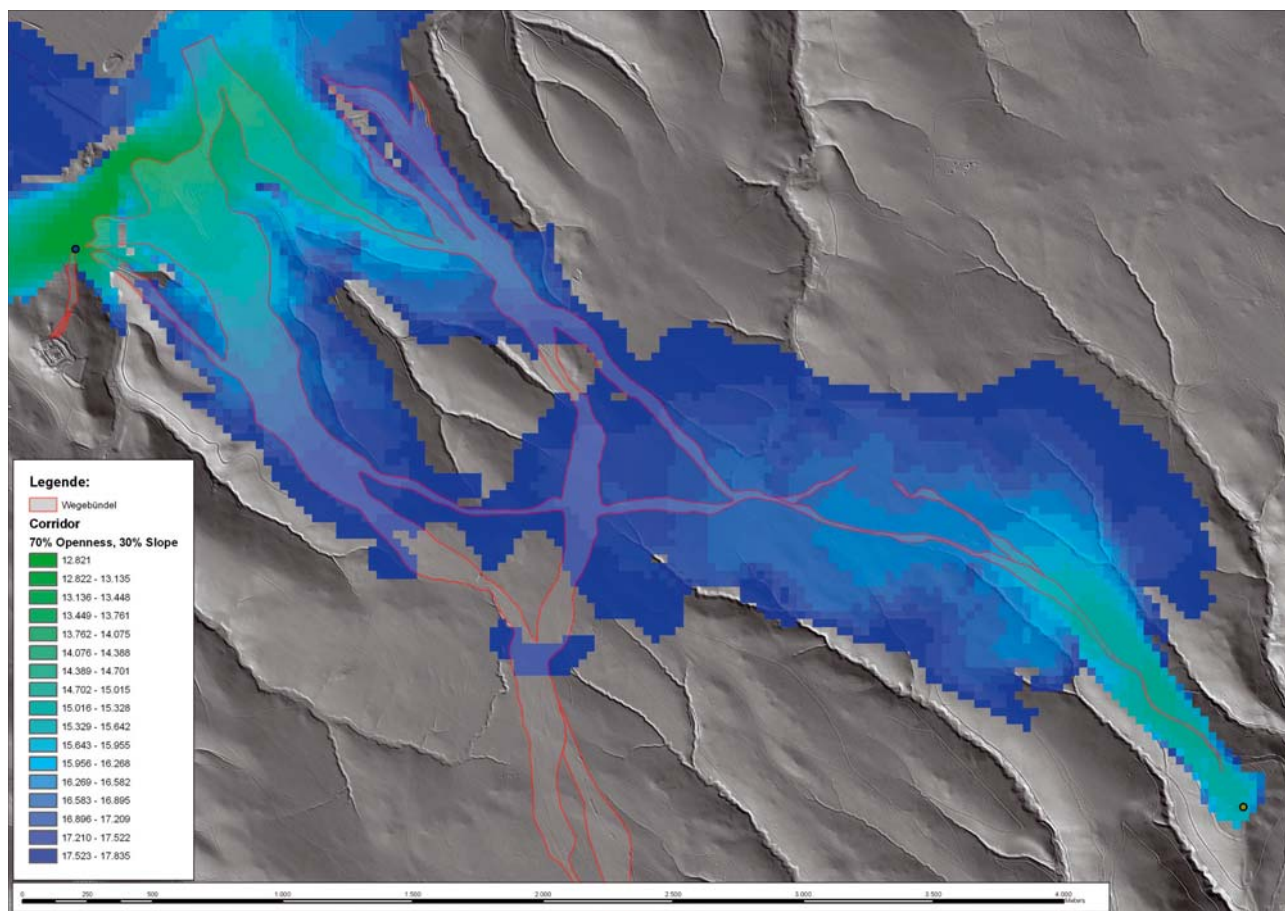


Abb. 205: Korridor-Analyse der anisotropischen Cost-Surfaces zwischen Mannersdorf und Purbach basierend auf den Faktoren „Offenheit“ und „Hangneigung“. Datengrundlage: ALS-basiertes DGM – © Luftbildarchiv, Inst. f. Ur- und Frühgeschichte, Wien (Grafik: Michael Do-neus).

Sichtbarkeitskarte, welche von den drei Höhengiedlungen 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 Hügelskuppen 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 Hügelskuppen führen. Während eine Wegberechnung 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 vi-

suelle Wahrnehmung dürfte deshalb ebenfalls eine Rolle für den konkreten Wegverlauf gespielt haben, ist jedoch bereits im Faktor „Offenheit“ inkludiert.