

KATHARINA RUSCH – HARALD STÜMPPEL – CHRISTINA KLEIN (†) –
WOLFGANG RABELL – WALTER GAUSS

GEOPHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN 2012 BIS 2015 IM THEATERBEREICH VON AIGEIRA

ZUSAMMENFASSUNG

Geophysikalische Messungen der Jahre 2012–2015 liefern neue Informationen über das hellenistische öffentliche Zentrum der antiken Stadt Aigeira und die darunterliegenden tieferen Schichten. Die Messungen bestehen aus magnetischen Übersichtskartierungen, die teilweise durch Bodenradar (GPR) und elektrische Widerstandstomographie (ERT) ergänzt werden. Baureste zeigen sich eher im GPR und ERT als in der Magnetik, da der Kontrast der magnetischen Suszeptibilität zwischen Baumaterial und umgebendem Gestein im Allgemeinen gering ist. Zur Bestimmung der Schichtentiefe des Baugrundes wurden seismische Refraktionsmessungen mit Scherwellen angewandt. Das öffentliche Zentrum des hellenistischen Aigeira wurde auf dem geologischen Untergrund errichtet, der sich heute in einer Tiefe von ca. 2,3 m befindet. Mit Ausnahme einiger weniger Senken verläuft der Untergrund nahezu parallel zur modernen Topografie. Das Gebiet kann in fünf Bereiche unterteilt werden, die sich anhand ihrer magnetischen Muster identifizieren oder trennen lassen. Im nord-westlichen Teil des Theaters ist die magnetische Karte eher ruhig oder von Störsignalen moderner Strukturen überlagert. Es wurden weitere Untersuchungen zu den Gebäudestrukturen der Bauten A–C durchgeführt und die Überreste des bekannten Baus B wiederentdeckt. Zusätzliche Lineamente mit abweichender Orientierung wurden identifiziert, und die Interpretation eines zweiten Gebäudes wurde durch die Grabungsergebnisse von 2017 bestätigt. Sie zeigen, dass ein zweites, jüngerer Gebäude von anderer Konstruktion und Ost-West- sowie Nord-Süd-Orientierung mit den Resten des Baus B überlagert ist. Die geophysikalischen Ergebnisse dienen auch dazu, die Lage von Bau A in den alten Plänen zu korrigieren, zudem könnten sie einen Hinweis auf die Dimension des Baus C geben. Im Nordosten konnten die Gebäudereste der ›Gebäude I und II‹ in der Magnetkarte identifiziert werden. Südlich dieser Gebäude sind drei bis zu 200 m lange lineare magnetische Anomalien zu erkennen, die jedoch mit den modernen topografischen Terrassierungen zusammenfallen. Die Gebäudereste des ›Tycheions‹ sind vom Störsignal der ehemaligen Gräben überschattet, aber die Öfen sind eindeutig zu identifizieren. In der südwestlichen Ecke des Mittelbereichs wurde ein schwacher 9 × 9 m breiter Umriss identifiziert und versuchsweise als Gebäuderest interpretiert. Weitere Untersuchungen bestätigten diese Interpretation und lösten zwei benachbarte Räume im Norden und Westen des Gebäudes auf. Darüber hinaus wurden einige feine Lineamente im Südwesten und Nordwesten des ›Tycheions‹ identifiziert. Nord-nordwestlich des ›Tycheions‹ ist die magnetische Karte eher ruhig, aber zwischen dem ›Tycheion‹ und den ›Naiskoi‹ D und E wurden zusätzlich zu einem Bereich, der einen ähnlichen magnetischen Charakter wie das magnetische Signal aufweist, einige lineare Strukturen als ›Gebäude I und II‹ identifiziert.

ABSTRACT

Geophysical measurements performed from 2012 to 2015 provide new information on the Hellenistic public centre of the ancient city of Aigeira and the basement underneath. The measurements consist of magnetic overview mapping complemented partially by ground penetrating radar (GPR) and electric resistivity tomography (ERT). Construction remains show up in GPR and ERT rather than in magnetics because the magnetic susceptibility contrast between building material and surrounding rocks is generally small. Seismic refraction measurements with shear waves were applied for determining the basement depth of the construction ground. The public centre of Hellenistic Aigeira was built on the geological basement, which is found today at a depth of ca. 2.3 m. With the exception of a few sinks the basement runs nearly parallel to the modern topography. The area can be subdivided into five areas, which can be identified or separated by their magnetic patterns. In the northwestern part of the theatre the magnetic map is rather quiet or overlaid by disturbing signals of modern structures. Further investigation into the building structures of ›Bau A–C‹ were conducted and the remains of the known ›Bau B‹ were rediscovered. Additional lineaments with a deviating orientation were identified and the interpretation of a second building was confirmed by the 2017 excavation results. They show a second building of different construction and East-West- as well as North-South orientation is intermingled with the

remains of ›Bau B‹. The geophysical results could be used to adjust the location of ›Bau A‹ in the old plans and might give a hint of the dimension of ›Bau C‹. In the northeast the building remains of ›Building I and II‹ could be identified in the magnetic map. South of these buildings three up to 200 m long linear magnetic anomalies can be seen which, however, coincide with the modern topographic steps. The building remains of the ›Tycheion‹ are overshadowed by the disturbing signal of the former trenches, but the ovens can be clearly identified. In the southwest corner of the centre area a weak 9×9 m wide contour was identified and tentatively interpreted as remnants of a building. Further investigations confirmed this interpretation and resolved two adjacent rooms in the north and west of the building. In addition some fine lineaments were identified to the southwest and the northwest of the ›Tycheion‹. North-northwest of the ›Tycheion‹ the magnetic map is rather quiet but between ›Tycheion‹ and ›Naiskoi D and E‹ some linear structures were identified in addition to an area that shows a similar magnetic character as the magnetic signal as ›Buildings I and II‹.

1 EINLEITUNG

In Aigeira werden seit 2012 geophysikalische Prospektionsarbeiten im Rahmen der Kooperation des Österreichischen Archäologischen Instituts und der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel durchgeführt¹. Die ersten Ergebnisse der laufenden Untersuchungen sollen hier vorgestellt werden². Ein Fokus liegt dabei auf dem öffentlichen hellenistischen Zentrum rund um das Theater. Neben dem Theater sind die Fundamente dreier ›Naiskoi‹ an der Oberfläche erhalten. Frühere Ausgrabungen zeigen, dass einst weitere Gebäude in diesem Bereich standen, so die Gebäude im Norden des Plateaus (Bauten A–C sowie Gebäude I–II; Abb. 1) sowie das ›Tycheion‹ östlich des Theaters³. Das ›Tycheion‹ wurde in den 1980er-Jahren großflächig ausgegraben, musste jedoch im Frühjahr 2015 wieder verfüllt werden. Alle bisher bekannten Gebäudestrukturen sind in den geophysikalischen Plänen eingetragen⁴. Abgesehen von diesen Strukturen ist der Aufbau des öffentlichen Zentrums größtenteils unbekannt.

Geologisch gesehen, stehen in der Region Aigeira sowohl Mergel- als auch Konglomeratschichten an, wobei im Bereich des Theaters hauptsächlich Konglomerat zu finden ist. Das Baumaterial in Aigeira besteht ebenfalls zum Großteil aus Konglomerat. Dabei wurden grobe Konglomeratblöcke für die Fundamente und feiner gearbeitete Blöcke für die Gebäude selbst verwendet. Das Baumaterial unterscheidet sich daher in den physikalischen Eigenschaften kaum vom anstehenden Fels. Für die geophysikalische Prospektion ergibt sich daraus eine schwierige Ausgangsposition, die den kombinierten Einsatz verschiedener Erkundungsmethoden erfordert.

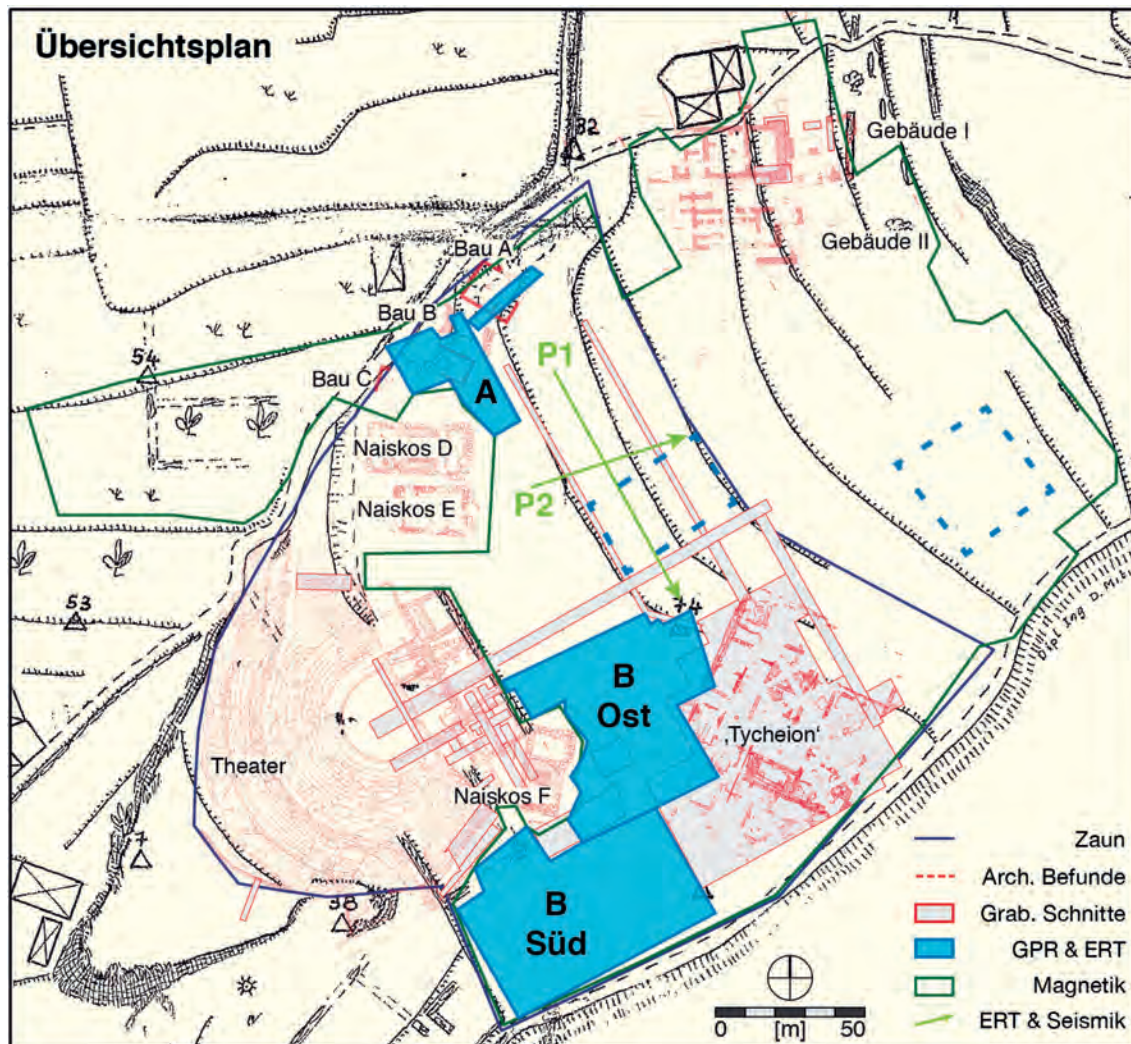
Die bisherigen geophysikalischen Untersuchungen umfassen ein möglichst großes Umfeld der bisher bekannten antiken Bauten. Die Arbeiten begannen mit einer magnetischen Kartierung. Aufgrund der geologischen Situation war es wahrscheinlich, dass das Mauerwerk von Gebäuden nicht direkt kartiert werden kann, aber man sollte in Bebauungszentren Anhäufungen von Dachziegelschutt oder Tonscherben nachweisen können. Aufgrund dieser ersten Ergebnisse der magnetischen Messungen wurden kleinere Flächen für eine weitergehende geophysikalische Prospektion mit Geoelektrik, Bodenradar und Seismik festgelegt. Neben der oberflächennahen Kartierung wurden auf zwei sich kreuzenden Profilen mit Geoelektrik und Seismik tiefer greifende Sondierungen ausgeführt. Hiermit sollte die Mächtigkeit der Verwitterungsschicht und der potenziellen Kulturschicht bestimmt werden. Die Lage aller Messflächen sowie der Einzelprofile sind im Übersichtsplan (Abb. 1) eingetragen.

¹ An den Messungen haben folgende Studierende der CAU Kiel mitgewirkt: Annika Fediuk, Kristin Burmeister, Carina Milde, Ina Wehner, Martin Proksch.

² Vgl. auch K. Rusch – H. Stümpel – W. Rabbel, Geophysikalische Untersuchung im Theaterbereich von Aigeira, in: G. Schörner – K. Meinecke (Hrsg.), Akten des 16. Österreichischen Archäologentages am Institut für Klassische Archäologie der Universität Wien vom 25. bis 27. Februar 2016 (Wien 2016) 417–420 für eine kurze Zusammenfassung eines Posterbeitrags auf dem Österreichischen Archäologentag 2016 in Wien.

³ Zu den bisherigen Grabungen und zur Grabungsgeschichte s. den Beitrag von W. Gauß und R. Smetana in diesem Band.

⁴ Gelände- und Übersichtsplan im Bereich Theater basierend auf Vorlagen von D. Milti-Tonis, G. Tsonis, S. Gogos und I. Benda-Weber mit Ergänzungen; Aufnahme Naiskoi A. Tanner, Gestaltung H. Birk, W. Gauß.



- 1 Lageplan aller geophysikalischen Messungen im Theaterareal im Zeitraum 2012–2015. Bei den zwei gestrichelten Kästen handelt es sich um GPR-Messungen, die im Text nicht weiter erwähnt werden. Ebenfalls abgebildet sind alle bereits archäologisch kartierten Gebäudestrukturen und Grabungsschnitte der Altgrabungen (Geländeplan basierend auf Vorlagen von D. Milti-Tonis, G. Tsonis, S. Gogos und I. Benda-Weber mit Ergänzungen sowie Aufnahme ›Naiskoi‹ A. Tanner, Gestaltung H. Birk, W. Gauß; © CAU Kiel)

2 MESSGERÄTE

Für die magnetische Kartierung wurden Handwagen verwendet, welche mit 4 oder 6 Fluxgate-Gradiometern⁵ ausgerüstet waren. Die Georadarmessungen erfolgten mit einer 400-MHz-Antenne⁶ und die elektrischen Widerstandsmessungen mit einer Multielektrodenapparatur⁷. Die seismischen Signale wurden mit Hammerschlag angeregt und mit 10-Hz-Geophonen aufgenommen⁸. Zur Positionierung aller Messdaten wurde ein Differential-GPS⁹ mit einer relativen Auflösung von 2 cm eingesetzt.

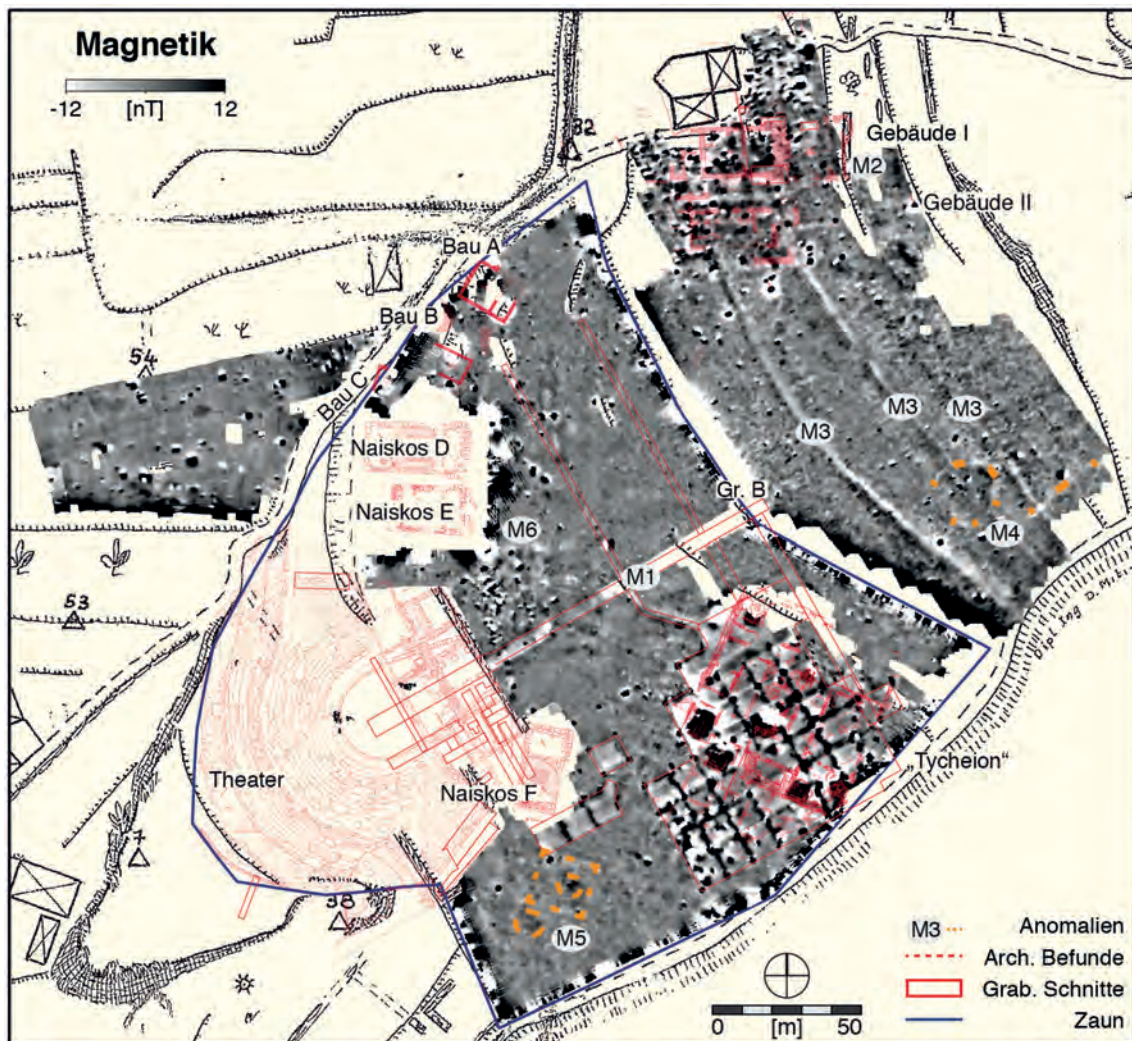
⁵ Fluxgate Gradiometer der Firma Dr. Förster. Differenzmessung der Vertikalkomponente im Abstand von 650 mm.

⁶ 400-MHz-Antenne und Messapparatur SIR20 von der Firma GSSI.

⁷ RESECS Messapparatur und Multielektroden Abgriffssystem der Firma GeoServe, Kiel.

⁸ Für die Registrierung wurden Geoden von Geometrics verwendet.

⁹ Leica GPS1200.



2 Ergebnis der Magnetikkartierung mit eingezeichneten Anomalien. Hinterlegt ist ein Gelände- und Übersichtsplan (s. Abb. 1) (© CAU Kiel)

3 ERGEBNISSE

Das Ergebnis der magnetischen Kartierung zeigt Abbildung 2. Zunächst werden alle Anomalien angesprochen, die modernen Ursprungs sind. So erzeugt das Metall der Schutzdächer der ›Naiskoi‹ D und E sowie des Zauns starke Amplituden mit abwechselnd positiven und negativen Vorzeichen. Außerdem zeichnen sich alte Nägel der Schnittabsteckung als schwarze Punkte mit weißer Umrandung ab. Neben diesen auf moderne Metallobjekte zurückzuführenden Anomalien sticht ein regelmäßiges Raster im Bereich des ›Tycheions‹ sowie südöstlich des ›Naiskos‹ F heraus. Hierbei handelt es sich um die Stege der ehemaligen Ausgrabung, zwischen denen im Frühjahr 2015 Erde eingebracht wurde, die nicht von der Ausgrabung selbst stammte¹⁰. Weitere unmittelbar erklärbare Anomalien finden sich im Bereich zwischen dem Theater, dem ›Tycheion‹ und dem ›Naiskos‹ D wieder. Hier zeigen sich lineare Minima in der Magnetik (Abb. 2; Anomalien M1), welche mit der Lage ehemaliger Grabungsschnitte korrelieren. Östlich des Zauns lassen sich im Norden die bereits bekannten Gebäude I und II in der magnetischen Karte identifizieren (Abb. 2; Anomalie M2).

Südlich dieser Gebäude I und II finden sich drei lineare Nordwest-Südost verlaufende Anomalien (Abb. 2; Anomalien M3) wieder, welche auf Geländestufen zurückzuführen sind.

¹⁰ s. dazu auch den Beitrag von W. Gauß und R. Smetana in diesem Band.



3 Zelt im Bereich unterhalb des ›Tycheions‹ für die Dreharbeiten zu »The Search for Alexander the Great – The Young Lion« aus dem Jahr 1981 (Foto ÖAW-ÖAI)

Diese Geländestufen sind im Osten teilweise durch schwache lineare oder ovale Strukturen unterbrochen (Abb. 2; Anomalie M4). In diesem Bereich wurde 2014 eine flächenhafte Georadarmessung durchgeführt (Abb. 1; gestrichelter Rahmen). Die Bearbeitung und Darstellung der Daten zeigt keine strukturierten Anomalien, die auf eine ehemalige Bebauung hinweisen würden. Die magnetischen Anomalien sind möglicherweise durch oberflächennahe Eingriffe im Zuge von Dreharbeiten für eine Dokumentation über Alexander den Großen¹¹ entstanden, denn in diesem Bereich war damals ein großes Zelt errichtet worden (Abb. 3).

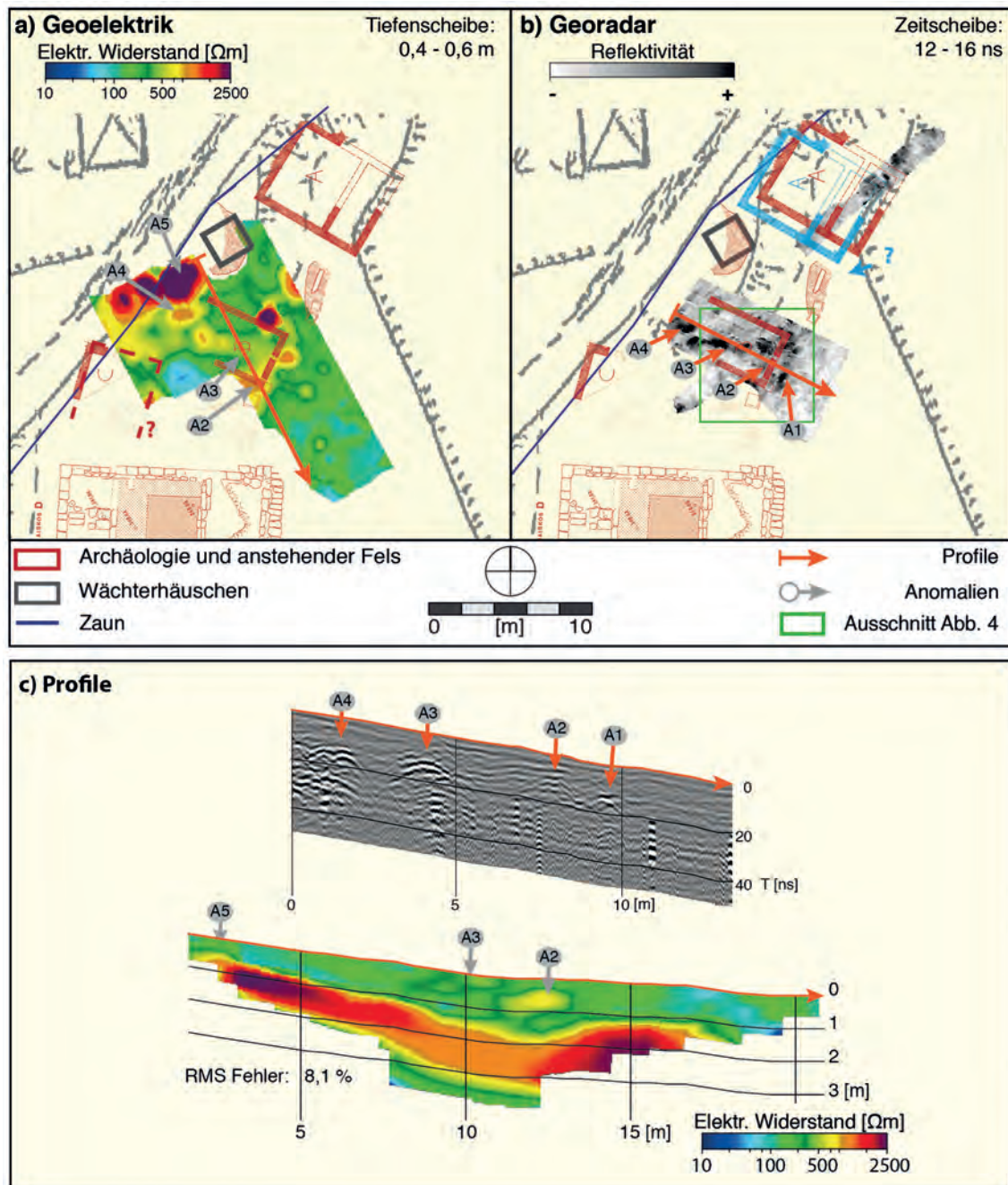
Im Norden der Messfläche im Bereich der von O. Walter teilweise freigelegten und danach wieder zugeschütteten Bauten A und B können aus den Ergebnissen der Magnetik keine gesicherten Aussagen gemacht werden¹². Die Nutzsignale sind in diesem Bereich stark vom Einfluss des Zauns und weiterer an der Oberfläche liegender Störobjekte überlagert. Hier sind Georadar- und Geoelektrikmessungen notwendig, um Informationen über den flachen Untergrund zu bekommen (s. u. sowie Abb. 4. 5).

Südlich des ›Naiskos F‹ zeigen sich in der magnetischen Kartierung schwache, lineare Anomalien, welche ein Gebäude mit einem Grundriss von ca. 9 × 9 m vermuten lassen. Diese sind für sich allein genommen allerdings nicht eindeutig zu interpretieren. Daher wurden für weitere Informationen in diesem Bereich ebenfalls flächenhafte Geoelektrik- und Georadarmessungen durchgeführt (s. u. und Abb. 6).

In der Flucht zwischen dem ›Tycheion‹ und den ›Naiskoi‹ D und E können lineare Anomalien erahnt werden, welche auf einen magnetisch amplitudenstarken Bereich (Abb. 2; Anomalie M6) zulaufen. Dieser Bereich weist einen ähnlichen Charakter auf wie das magnetische Signal der Gebäude I und II.

¹¹ »The Search for Alexander the Great – The Young Lion« aus dem Jahr 1981 von Regisseur Peter Sykes (s. dazu <<http://www.imdb.com/title/tt3685038>> [20.1.2017]).

¹² Zu den Arbeiten von O. Walter s. den Beitrag von W. Gauß und R. Smetana in diesem Band.



4 Geoelektrik- und Georadarergebnisse der Teilfläche A (vgl. Abb. 1). a) Tiefenscheibe (0,4–0,6 m) der Geoelektrikergebnisse. b) Zeitscheibe der Georadarmessung. Eingezeichnet sind die beschriebenen Gebäudestrukturen. Hinterlegt sind ein Gelände- und Übersichtsplan (s. Abb. 1). c) Beispielprofile (für die Lage vgl. [a & b]) zeigen einen vertikalen Schnitt durch den Untergrund und die beschriebenen Anomalien (© CAU Kiel)

3.1 Teilfläche A, nördlich des ›Naikos‹ D

Im Bereich der heute nicht mehr sichtbaren Bauten A und B wurde eine Fläche mit Geoelektrik und Georadar vermessen. Die Geoelektrikmessung aus dem Jahr 2012 zeigt eine gute Übereinstimmung erhöhter Widerstände (200–600 Ωm) ab der südlichen sowie der östlichen Mauer des Baus B auf den Plänen von O. Walter (Abb. 4 a; Anomalie A2). Jedoch zeigt sich auch eine lineare Anomalie, die diagonal auf die Nordostecke des Baus B zuläuft (Anomalie A3). Das deutet auf ein zweites Gebäude mit anderer Orientierung (Ost-West) hin. Neben diesen bereits bekannten Mauerzügen zeigen sich in den Ergebnissen weitere Anomalien.

Darüber hinaus finden sich am Nordwestrand der Geoelektrikmessfläche weitere erhöhte Widerstände ($>1000 \Omega\text{m}$) (Abb. 4 a; Anomalie A5). In der Profilansicht (Abb. 4 c) zeigt sich in der Widerstandsverteilung in etwa 1 m Tiefe ein nach Nordwesten ansteigender Übergang in den spezifischen elektrischen Widerständen von ca. $200 \Omega\text{m}$ in der oberen Schicht zu Widerständen von mehr als $1000 \Omega\text{m}$ in der unteren Schicht. Diese hohen Widerstände werden höchstwahrscheinlich durch den verwitterten Fels des Grundgebirges hervorgerufen. Es lässt sich nicht eindeutig sagen, ob es sich um den gewachsenen Fels handelt oder um eine behauene Geländestufe, die mit den oben erwähnten Anomalien in Zusammenhang stehen könnte.

Am südwestlichen Rand der Geoelektrikfläche könnte man einen Hinweis auf Bau C erahnen (rotgestrichelte Linie in Abb. 4 a), aufgrund der Lage am Rand der Messfläche kann das aber nicht eindeutig geklärt werden.

Auch in den Ergebnissen der Georadarmessung (Abb. 4 b) zeigt sich diese diagonale Anomalie A2. Angrenzend an die Südostwand des Baus B zeichnet sich ein Bereich mit erhöhter Reflektivität ab (Anomalie A1), der auch in der Profilansicht zu erkennen ist. Die Anomalien befinden sich in einer Tiefe von 0,5–0,9 m. Neben den bereits erwähnten Anomalien zeichnet sich im Radargramm (Abb. 4 b) und in der Zeitscheibe (Abb. 4 c) noch die Anomalie A4 ab, welche aber nicht eindeutig mit den anderen Lineamenten in Zusammenhang zu stehen scheint.

In den Georadarmessungen hat sich in den oberflächennächsten Zeit- und Tiefenscheiben ein Bereich mit deutlich erhöhten Amplituden abgezeichnet (Abb. 5 a). Wie sich während der Grabung von 2017 nun zeigte, handelt es sich hierbei um einen Effekt durch unterschiedliche Böden, denn genau in diesem Bereich wurde eine Verfüllung mit dunklerer Erde sichtbar (Abb. 5 b).

Der Vergleich der Georadarergebnisse mit den Grabungsergebnissen (Abb. 5 c) zeigt, dass sich die Anomalien A1–A3 in den Befunden gut identifizieren lassen. Bei der Anomalie A2 handelt es sich um die Südostwand des Baus B (blau). Auch die Anomalie 1 spiegelt sich in den Grabungsergebnissen: An die Ostwand angrenzend finden sich zwei Basen und vorgelagerte Fundamente, welche die Anomalie hervorrufen.

Wie bereits aus den Ergebnissen der Geophysikmessungen zu erwarten war, findet sich neben Bau B ein zweites Gebäude mit einer anderen Orientierung und Bauweise. Es besteht nicht aus massiven glatten Blöcken, sondern aus Bruchsteinmauern.

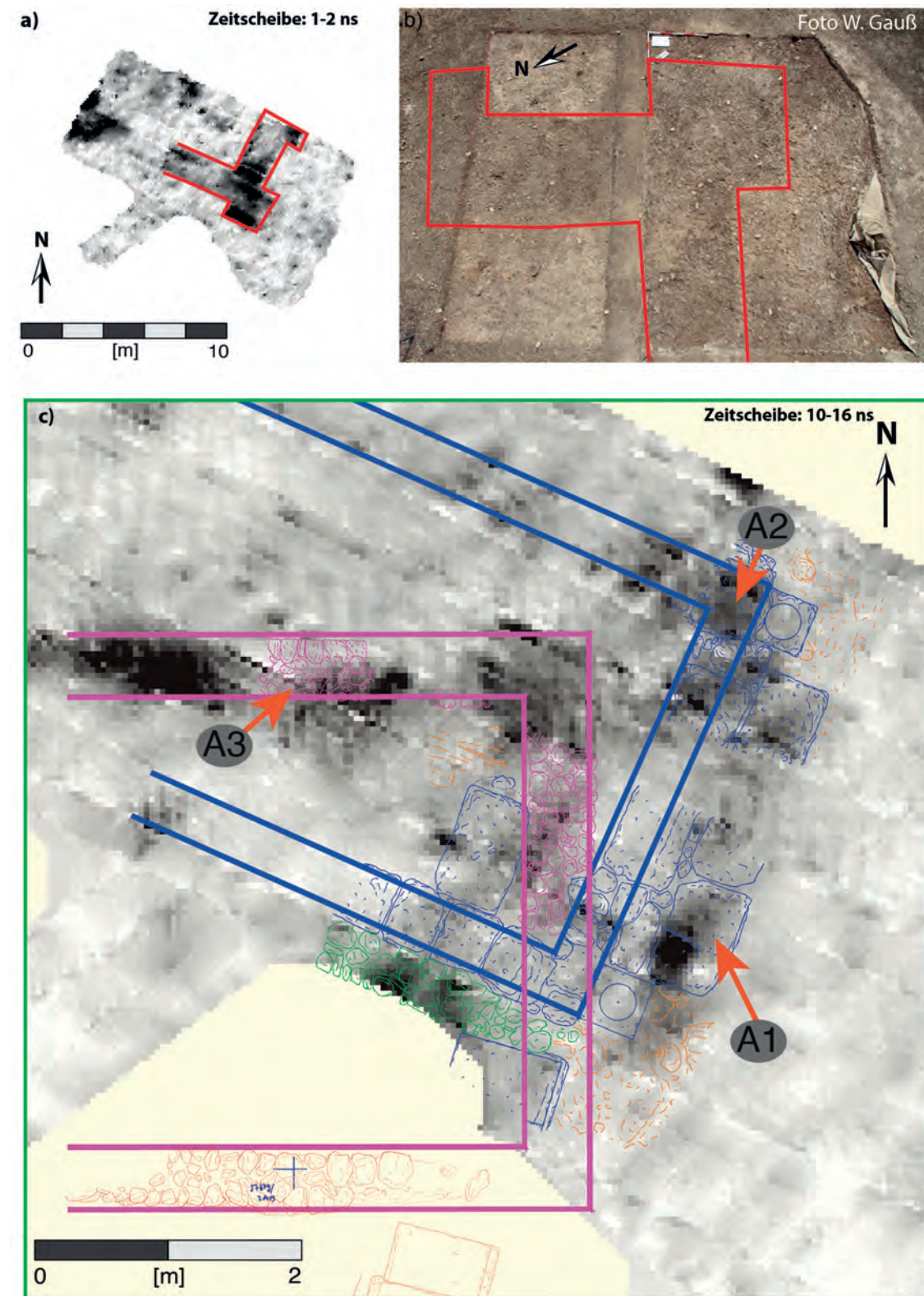
In der Zeitscheibe (Abb. 4 b) kann man in dem schmalen Streifen im Nordosten Bereiche mit erhöhter Reflektivität erahnen. Betrachtet man die Position von Bau A (rot, Abb. 4 b), so kann man eine gewisse Übereinstimmung dieser Bereiche mit der Südwand und der Nordostecke erkennen, wenn man sich den Bau A nach Südwesten verschoben (blau, Abb. 4 b) vorstellt. Dies könnte ein Hinweis auf die wirkliche Lage des Baus A sein. Hier können zukünftige Grabungen Klärung bringen.

3.2 Teilfläche B

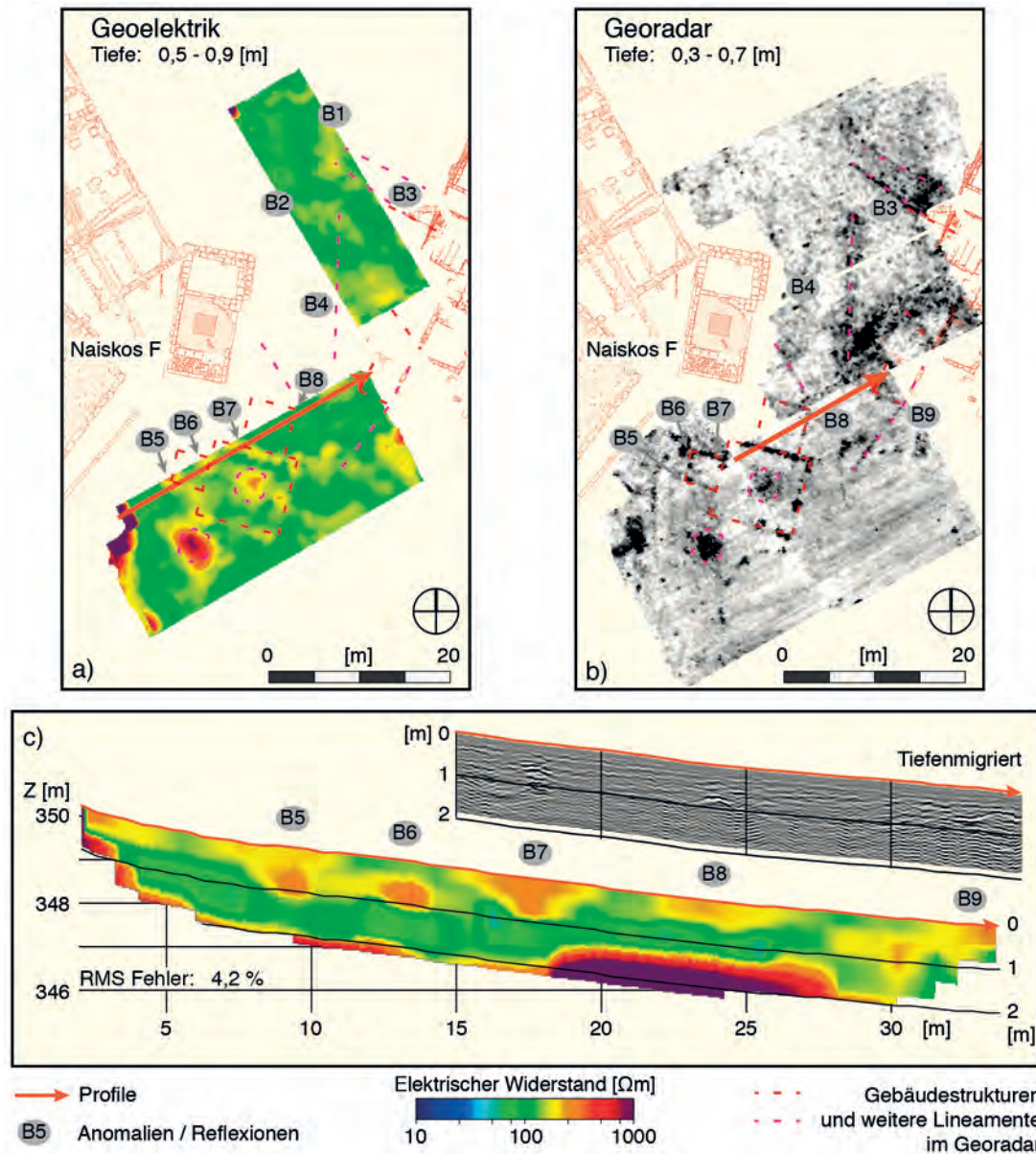
Südlich des Grabens B wurde auf der freien Fläche zwischen Theater und dem ›Tycheion‹ die Teilfläche B mit Geoelektrik und Georadar vermessen (vgl. Abb. 1). Die Geoelektrik war bereits im Herbst 2012 und somit vor dem erneuten Verfüllen der ehemaligen Grabungsschnitte des ›Tycheions‹ aufgenommen worden, wohingegen die Georadarmessung ein halbes Jahr nach dem Auffüllen der Schnitte stattfand, und die Fläche somit teilweise in deren Bereich hineinragt.

ÖSTLICH DES ›NAISKOS‹ F

Im nördlichen Bereich der Teilfläche östlich des ›Naiskos‹ F bilden sich in der Tiefenscheibe der Geoelektrik (Abb. 6 a) teils andere Strukturen ab als im Georadar (Abb. 6 b). So findet sich am nordöstlichen Rand der Messfläche ein Nord-Süd verlaufendes Band (Abb. 6 a–b; Anomalie B1) erhöhter Widerstände, welches sich im Georadar so nicht abbildet. Erst weiter



- 5 Vergleich der GPR-Ergebnisse mit den Ergebnissen der Grabung von 2017. a) Beispielhafte Zeitscheibe, die einen deutlichen Amplitudenunterschied in den ersten Zentimetern des Oberbodens zeigt (rot markiert). b) Das Foto der Grabung von 2017 zeigt die Übereinstimmung der Struktur aus der GPR-Zeitscheibe (a) und einer Verfärbung des Bodens. c) Ausschnitt der Zeitscheibe von 10–16 ns (ca. 50–90 cm Tiefe, vgl. Abb. 2 b) und Grabungsergebnisse von 2017. Es zeigt sich eine gute Übereinstimmung von den GPR-Ergebnissen und den beiden Gebäuden (© CAU Kiel und ÖAW-ÖAI, Grabungsarchiv Aigeira)



6 Geoelektrik- und Georadarergebnisse der Teilfläche B (vgl. Abb. 1). a) Tiefenscheibe (0,5–0,9 m) der Geoelektrikergebnisse. b) Tiefenscheibe der Georadarmessung (0,3–0,7 m). Eingezeichnet sind die beschriebenen Gebäudestrukturen. Hinterlegt sind ein Gelände- und Übersichtsplan (s. Abb. 1). c) Beispielprofile (für die Lage vgl. [a & b]) zeigen einen vertikalen Schnitt durch den Untergrund und die beschriebenen Gebäudestrukturen (© CAU Kiel)

südlich schließt sich hier auch im Georadar eine lineare Anomalie an (Abb. 6 a–b; Anomalien B4). Diese scheint aber im Gegenzug zumindest nicht eindeutig mit einer Anomalie in der Geoelektrik einherzugehen. Eine von Nordwesten nach Südosten verlaufende lineare Anomalie (Abb. 6 a–b; Anomalie B3) erhöhten elektrischen Widerstands korreliert hingegen mit einer linearen Anomalie hoher Reflektivität in der Tiefenscheibe des Georadars (0,3–0,7 m). Diese Anomalie schließt an eine aus dem bereits ausgegrabenen Bereich des ›Tycheions‹ herauslaufende Mauer an, deren Orientierung mit der Anomalie korreliert. Im Bereich der Südwestecke des ›Tycheions‹ kann in der Georadartiefenscheibe (Abb. 6 b) ein weiterer Bereich erhöhter Reflektivität ausgemacht werden. Hier lassen sich allerdings keine klaren Strukturen identifizieren. Südlich dieser Ecke erkennt man ein feines Lineament (Abb. 6 b; Anomalie B9),

welches auf einen Mauerzug des ›Tycheions‹ zuläuft, aber eine andere Orientierung aufweist. Ein Zusammenhang mit dem ›Tycheion‹ muss daher nicht bestehen.

SÜDLICH DES ›NAISKOS‹ F

Südlich des ›Naikos‹ F gaben schwache magnetische Anomalien Anlass, ein Gebäude der ungefähren Größe von 9×9 m zu vermuten. Diese Struktur lässt sich sowohl in den Geoelektrik- (Abb. 6 a) als auch in den Georadartiefenscheiben (Abb. 6 b) ausmachen. In den Ergebnissen der Geoelektrik zeichnet sie sich durch elektrische Widerstände größer als $200 \Omega\text{m}$ in nahezu quadratischer Form von etwa 9×9 m ab. In der Profilansicht (Abb. 6 c; Anomalien B5–B8) werden diese Anomalien als Blöcke abgebildet, die sich bis in eine Tiefe von 1 m erstrecken. Im Zentrum des quadratischen Grundrisses befindet sich eine kleinräumige Anomalie, südwestlich dieses Raumes liegt eine weitere punktuelle Anomalie von $700 \Omega\text{m}$. In der Georadartiefenscheibe (0,3–0,7 m; Abb. 6 b) sind in ihrem Umfeld weitere feine Lineamente zu erkennen. In der Tiefenscheibe des Georadars zeigt sich darüber hinaus der Grundriss des Gebäudes noch detaillierter. So grenzen im Norden und im Westen an den Hauptraum weitere Räume an. Der nördliche hat dabei Maße von $4,5 \times 5$ m und der westliche von 3×4 m. Im tiefenmigrierten Radargramm werden die ursprünglichen Diffraktionen zu kleinen Anomalien (B7, B8 und B9) zusammengezogen¹³. Die Anomalien B7 und B8 können auch im Radargramm ähnlich wie in der Geoelektrik bis in eine Tiefe von 1 m beobachtet werden.

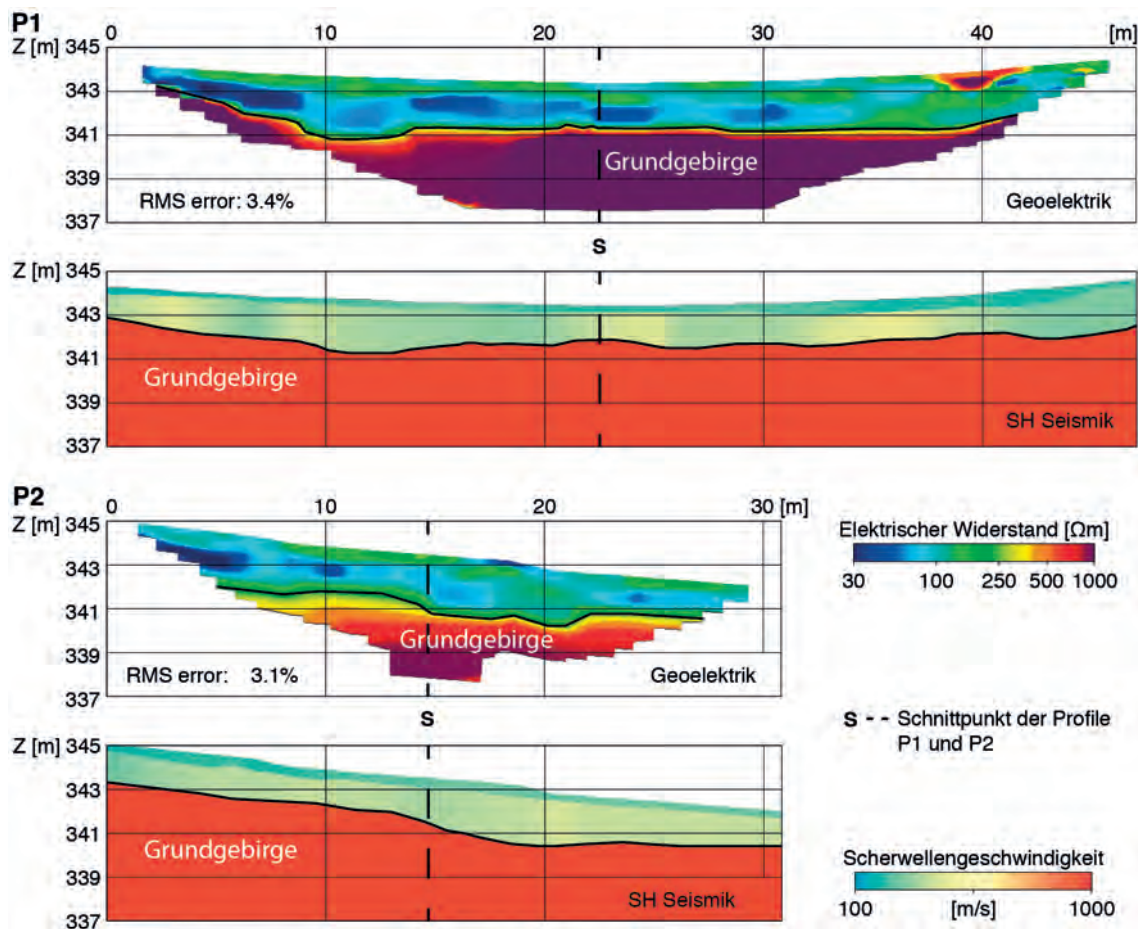
3.3 Erkundung des Grundgebirges

Für die Bestimmung der Grundgebirgstiefe wurden jeweils zwei Profile mit Geoelektrik sowie Scherwellenseismik gemessen¹⁴. Die Profile wurden so gelegt, dass sie sich etwa mittig kreuzten (s. Abb. 1). Für die Auswertung der Geoelektrikmessung wurden die Messwerte von Dipol-Dipol-, Wenner-alpha- und Werner-beta-Konfiguration gemeinsam invertiert (Abb. 7). Es zeigt sich eine klare Schichtgrenze in ca. 2,3 m Tiefe. In der ersten oberflächennahen Schicht dominieren elektrische Widerstände von $100\text{--}250 \Omega\text{m}$. Eine Ausnahme findet sich bei Profilmeter 40 auf P1. Hier zeigt sich eine lokale Anomalie von mehr als $500 \Omega\text{m}$. Die Lage dieser Anomalie korreliert mit dem ehemaligen Suchgraben Graben B; es handelt sich hierbei vermutlich um die Neuverfüllung des Grabens. Diese Verfüllung wurde in den Jahren 2013 und 2015 mit der Erde vorgenommen, welche bei der Reinigung des Theaters anfiel. Ab etwa 1 m Tiefe findet man eine Schicht mit niedrigeren Widerständen, welche in einzelnen Bereichen auf $30\text{--}50 \Omega\text{m}$ zurückgehen. Diese niederohmigen Zonen könnten auf Mergelvorkommen oder Feuchtigkeit hindeuten. Unterhalb der Schichtgrenze in etwa 2,3 m liegen die elektrischen Widerstände in der Größenordnung von $800\text{--}1000 \Omega\text{m}$. Dieser Anstieg ist durch verwittertes Festgestein zu erklären.

Aus den Ersteinsätzen der Refraktionsseismik wurde mithilfe von Wellenfrontinversion und Ray-tracing ein Untergrundmodell der Scherwellengeschwindigkeiten erstellt (Abb. 7). Dieses korreliert sehr gut mit dem Modell der Geoelektrik. Hier bestätigt sich in einer Tiefe von ca. 2,3 m die Schichtgrenze der ERT. Oberflächennah findet sich eine dünne Schicht

¹³ Für den Prozess der Umwandlung der gemessenen Laufzeiten in Tiefen muss die Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen im Untergrund bekannt sein. An dieser Lokation wurden oberflächennah Werte von 8 cm/ns benutzt, die sich zu größeren Laufzeiten auf 6 cm/ns reduzieren. Da die Geschwindigkeiten auch kleinräumig variieren können, sind die Tiefenangaben mit Unsicherheiten behaftet und daher nur als Richtwerte zu betrachten.

¹⁴ Bei der Seismik werden elastische Wellen durch einen Hammerschlag angeregt, welche sich durch die verschiedenen geologischen Schichten mit unterschiedlichen Ausbreitungsgeschwindigkeiten ausbreiten, bevor sie an die Oberfläche zurückgebrochen oder reflektiert werden. Dort werden Laufzeit und Amplituden der Wellen mit Geophonen registriert, woraus dann die Tiefe und die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der unterschiedlichen geologischen Schichten bestimmt werden können.



7 Ergebnis der ERT- und Seismikmessung zur Bestimmung der Grundgebirgstiefe (© CAU Kiel)

mit lateral zwischen 170 und 260 m/s variierenden Scherwellengeschwindigkeiten. Darunter schließt sich eine Schicht an, deren Geschwindigkeiten im Bereich von 250–450 m/s liegen. Die Geschwindigkeiten beider Schichten deuten auf unkonsolidierte Sedimente (Böden und stark verwittertes Festgestein) hin. Der Kontrast zur dritten Schicht mit Geschwindigkeiten von 1000 m/s ist deutlich größer. Hier wird das Grundgebirge erreicht.

Diese Schichtgrenze verläuft in Seismik und Geoelektrik übereinstimmend entlang des Profils P1 nahezu parallel zur modernen Topografie. Eine Ausnahme ist dabei eine Senke bei Profilmeter 8–14. Im Profil P2 deutet sich zwischen den Profilmeter 14–22 ebenfalls eine Senke an.

4 ZUSAMMENFASSUNG

Die geophysikalischen Messungen der Jahre 2012–2015 konnten neue Informationen zur Erforschung des hellenistischen öffentlichen Zentrums von Aigeira beitragen. Die Messungen bestanden aus einer großflächigen magnetischen Kartierung und komplementären Georadar- (GPR) und Geoelektriksondierungen (ERT) in Teilbereichen des Theaterareals. Aufgrund des geringen Kontrasts in den magnetischen Suszeptibilitäten von Baumaterial und umgebenen Gestein zeigen sich Gebäudestrukturen hauptsächlich in den GPR- und ERT-Ergebnissen. Seismische Refraktionsmessungen mit Scherwellen wurden angewendet, um die Tiefe des Grundgebirges zu bestimmen, denn das öffentliche Zentrum von Aigeira wurde auf dem geologischen Grundgebirge errichtet, welches sich heute in einer Tiefe von etwa 2,3 m befindet. Es verläuft

abgesehen von wenigen Senken nahezu parallel zur heutigen Topografie. Das gesamte Areal rund um das Theater kann in fünf (Bebauungs-)Bereiche unterteilt werden, welche sich in ihrem magnetischen Charakter unterscheiden:

(1) Im Nordwesten ist die magnetische Karte eher ruhig und teilweise von Störsignalen moderner Strukturen überlagert. Doch aufgrund der Altgrabungen ist bekannt, dass sich hier die Gebäude ›Bau A–C‹ befinden müssen. GPR- und ERT-Ergebnisse zeigen die Gebäudereste von Bau B und geben mögliche Hinweise auf die Lage von Bau A sowie die Dimension von Bau C. Zusätzlich zu den bekannten Mauerzügen von Bau B wurden weitere Mauern aufgelöst, die im Vergleich zu Bau B eine abweichende Orientierung aufweisen. Die Interpretation eines zweiten Gebäudes wird durch die Ergebnisse der Grabung aus dem Jahr 2017 bestätigt. Es handelt sich um ein zweites Gebäude, welches in Ostwest-Nordsüd-Orientierung und in anderer Bauweise zwischen die Mauerzüge von Bau B gebaut wurde.

(2) Im Nordosten konnten die bekannten ›Gebäude I und II‹ in der Magnetikkarte identifiziert werden. Südlich dieser Gebäude zeichnen sich drei bis zu 200 m lange magnetische Lineamente ab, welche allerdings mit den modernen Geländestufen korrelieren.

(3) Die Gebäudestrukturen des ›Tycheions‹ werden durch das magnetische Signal der ehemaligen Grabungsstege überschattet. Allerdings können die Öfen klar identifiziert werden.

(4) Im Südwesten wurde eine 9×9 m große Struktur in der Magnetikkarte als Gebäude angesprochen. Durch den Einsatz von GPR und ERT konnte diese Interpretation bekräftigt werden. Außerdem konnten zwei angrenzende Räume im Norden und Westen aufgelöst werden sowie weitere Lineamente, welche möglicherweise mit dem ›Tycheion‹ in Zusammenhang stehen könnten.

(5) Auch im Nordwesten des ›Tycheions‹ zeichnen sich in Magnetik und Georadar lineare Strukturen ab, welche auf eine Magnetikanomalie zuzulaufen scheinen, die in ihrem Charakter den magnetischen Signalen der ›Gebäude I und II‹ ähnelt.

5 AUSBLICK

Georadarmessungen im Bereich der Gebäude mit dichterem Messpunktabtastung und weiterführenden Prozessingschritten wie beispielsweise der 3-D-Migration sind in der Lage, den Untergrund mit einer verbesserten strukturellen Auflösung abzubilden. Mit derart detaillierten Messungen könnte beispielsweise die Frage nach möglichen unterschiedlichen Bauphasen angegangen werden.