

Schlussbericht

Die Bedeutung geomorphologischer Entwicklungen rekonstruiert aus Sedimentkörpern für die archäologische Forschung (Phase II)

Zuwendungsempfänger	Heidelberger Akademie der Wissenschaften
Projektleiter	Prof. Dr. G.A. Wagner
FKZ	03LA9HE3
Laufzeit	01.01.2001 bis 31.12.2002
Personalmittel	220.850,00 DM
Betriebsmittel	32.200,00 DM
Investition	13.682,00 DM
Zuwendung	266.732,00 DM

Anzahl der Ergebnisdarstellungen

Diplomarbeiten	: <u>0</u>	Konferenzbeiträge	: <u>7</u>
Doktorarbeiten	: <u>1</u>	Publikationen in Zeitschriften	: <u>3</u>
Habilitationsschriften	: <u>0</u>		

Zusammenfassung der Aufgabenstellung und Ergebnisse

In enger Kooperation mit dem angegliederten archäologischen Projekt unter der Leitung von Prof. J. Maran, Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Heidelberg, sollten neue geowissenschaftliche Technologien entwickelt werden, die es erlauben, auf Grundlage geomorphologischer, sedimentologischer und paläopedologischer Daten, die Landschaftsentwicklung über kulturgeschichtlich relevante Zeiträume zu erfassen, so dass ein besseres Verständnis für das Handeln und Wirken vergangener Kulturen erzielt werden kann. Dabei sollte über das korrele Sediment der Bodenerosion der anthropogene Eingriff in den Naturhaushalt bestimmt und mittels OSL-Datierungen (optisch stimulierte Lumineszenz) quantifiziert werden. Des weiteren sollte eine Technologie auf Basis geophysikalischer Messmethoden entwickelt werden, die eine einfache und schnelle Prospektion kulturhistorisch relevanter Substrate erlaubt. Damit sollte den Archäologen ein Instrumentarium an die Hand geben werden, um eine Vorauswahl relevanter Flächen zur archäologischen Oberflächenprospektion treffen zu können.

Die Untersuchungen wurden, wie im Erstantrag (Phase I) bereits formuliert, im *Becken von Phlious* durchgeführt. Dabei galt es, die zuvor gewonnen Erkenntnisse zu verifizieren und die Arbeiten zur Rekonstruktion der Landschaftsentwicklung auf den westlichen Bereich des Beckens auszudehnen. Dies war notwendig geworden, nachdem die Untersuchungen der ersten Phase zeigten, dass das Becken in seiner sedimentären Struktur sehr heterogen aufgebaut ist. Im westlichen Beckenbereich wurden weitere Baggerschürfe angelegt, die eine detaillierte sedimentologisch-pedologische Untersuchung und Probennahme zur OSL-Datierung erlaubten. Damit konnte einerseits gezeigt werden, dass die in E-W Richtung verlaufenden Störungen sich auch in den westlichen Bereich des Beckens fortsetzen, was die kleingliedrige Struktur des sedimentären Beckenaufbaus bedingt. Andererseits konnte erstmals für den zentralen Bereich des Beckens eine Chronostratigraphie aufgebaut werden, die eine detaillierte Rekonstruktion der Sedimentation zuließ. Dies war möglich,

nachdem auf Basis der OSL-Datierungsmethode eine Technik entwickelt wurde, die es erlaubt, die für die OSL-Datierung entscheidende Frage der Bleichungsgeschichte zu berücksichtigen. Die OSL-Datierungen zeigen, dass bereits im Neolithikum (ab 7. Jht. v. Chr.) der Mensch entscheidenden Einfluss auf seine Umwelt gehabt haben muss.

Mit der Neuentwicklung eines Datenloggers zur Aufzeichnung von Feldmessungen der magnetischen Suszeptibilität konnte aufgrund erster flächiger Testmessungen gezeigt werden, dass sich Substrate unterschiedler Genese diskriminieren lassen.

Die bisherigen Ergebnisse des geoarchäologischen und archäologischen Projektes wurden am 21. September 2002 auf dem bilateralen deutsch-griechischen Kolloquium „Zur Besiedlungsgeschichte und Umweltentwicklung im Becken von Phlious“ in Leontion / Nemea vorgestellt.

2. Sachbericht

2.1. Wissenschaftliche Ergebnisse

Die Aufgabe des Projektes bestand in der Entwicklung einer Technologie, die es erlauben sollte, auf Grundlage geomorphologischer, sedimentologischer und paläopedologischer Daten die Landschaftsentwicklung über kulturgeschichtlich relevante Zeiträume quantitativ zu bestimmen. Damit wurden die Ziele des Erstantrags (Phase I) weiterverfolgt und auf den westlichen Beckenbereich ausgedehnt. Dies war notwendig geworden, nachdem in der ersten Projektphase festgestellt wurde, dass sich der sedimentäre Aufbau des Beckens aufgrund zahlreicher tektonischer Störungen und der seit Jahrtausenden bestehenden anthropogenen Nutzung des Raumes wesentlich komplexer darstellt. Die sich daraus ergebende Heterogenität des Sedimentaufbaus konnte nur mit einer Erhöhung der Aufschlüsse kompensiert werden, um so die räumlich – zeitliche Entwicklung des Sedimentkörpers und damit den anthropogenen Eingriff in den Naturhaushalt zu rekonstruieren. Als Archive der Landschaftsrekonstruktion dienten die während der entsprechenden Zeiträume abgelagerten Sedimente, die mittels OSL-Datierung chronostratigraphisch eingeordnet wurden. Auf Basis der zu erstellenden hochaufgelösten Chronologie der Sedimente sollten Phasen erhöhter Sedimentation ausgewiesen werden. Der Vergleich dieser Sedimentationsphasen mit den Kulturepochen erlaubt einen quantitativen Einblick in die Auswirkungen menschlichen Wirtschaftens auf die Landschaft.

Eine weitere Aufgabe des Projektes bestand in der Entwicklung einer geophysikalisch basierten Technik zur einfachen und schnellen Prospektion kulturhistorisch relevanter Substrate. Diese Technik sollte zur Unterstützung der archäologischen Oberflächenprospektion eingesetzt werden, um das oberflächennahe Substrate hinsichtlich seiner Genese diskriminieren zu können. Hierfür wurde ein Datenlogger mit integriertem GPS entwickelt, der ein handelsübliches Messgerät zur Bestimmung der magnetischen Suszeptibilität ansteuert und die gewonnen Daten gemeinsam mit der geographischen Position und Uhrzeit erfasst.

Sedimente:

Die Rekonstruktion der holozänen Sedimentumlagerung erfolgte an ausgewählten Sedimentarchiven des Untersuchungsgebietes. Hierfür mussten die Sedimente in ihrer räumlichen und zeitlichen Ausprägung erfasst werden. Dazu wurden sowohl im Hangfußbereich als auch in der Ebene des westlichen Beckenbereichs Baggerschürfe angelegt (Abbildung 1). Sie dienten der detaillierten Sediment- und Bodenaufnahme im Gelände, der Probennahme zur Sedimentanalyse im Labor sowie der ausreichenden Probennahme zur Sedimentdatierung mittels OSL.

Die Geländebefunde ließen erneut einen heterogenen Aufbau der Beckensedimente erkennen. Ursache hierfür sind die bis an den Beginn des Holozäns zurückreichende anthropogene Nutzung und die tektonischen Verhältnisse des Untersuchungsraumes. Dabei konnten die in SE-NW Richtung verlaufenden Störungen sowohl im nördlichen Hangfußbereich, als auch im Beckenzentrum mit denjenigen Störungen in Zusammenhang gebracht werden, die in der ersten Projektphase erkannt wurden.

Im Beckenzentrum nördlich des Asopos (Lokalität B9) lagen in einer Tiefe von 2,7 m – 5 m schlecht sortierte Sande und Kiese in Wechsellagerung mit gut sortierten Sanden und Tonen vor. Dabei handelt es sich um fluviale Sedimente, die im Gerinne bzw. in dessen distalen Bereich zur

Ablagerung kamen. Damit ist an dieser Lokalität der ehemalige Verlauf des Asopos zu rekonstruieren. Im Hangenden dieser dominant fluvialen Sedimente folgen bis zur Geländeoberfläche tonig-schluffige Sedimente, die überwiegend einen hohen Skelettanteil führen. Dieses Material wird als Schwemmsediment gedeutet, das über die Hänge des Beckens episodisch in das Beckenzentrum geschüttet wurde. Damit liegt ein vergleichbarer Sedimentaufbau im Beckenzentrum vor, wie er bereits in der ersten Projektphase für den weiter östlich gelegenen Beckenbereich erkannt werden konnte. Allerdings konnten keine limnischen Sedimente aufgeschlossen werden, was vermutlich auf die zu geringe Tiefe des Aufschlusses zurückzuführen ist.

Der sedimentäre Beckenaufbau südlich des Asopos unterscheidet sich von dem Sedimentaufbau der nördlich des Asopos gelegenen Bereiche. Danach liegen südlich des Asopos in ca. 3 m Tiefe plio-pleistozäne Mergel vor, die diskordant von Schwemmsedimenten überlagert werden. Die in SE-NW Richtung verlaufende Störung des Beckenzentrums ist hierfür verantwortlich. Damit sind die sedimentären Verhältnisse gleich den weiter östlich gelegenen Gebieten, wie dies bereits in der ersten Projektphase erkannt werden konnte.

Der nördlich und südlich an die Ebene angrenzende Hangfußbereich wird durch mächtige Kolluvien auf plio-pleistozänen Mergeln aufgebaut. Dabei zeigt das Kolluvium des südlichen Hangfußbereichs eine Mächtigkeit von ca. 4 m, das des nördlichen Hangfußbereichs eine Mächtigkeit von ca. 5 m.

Keramikbruchstücke, die in die Sedimente eingelagert sind und einen eindeutigen Hinweis auf den anthropogenen Ursprung der Sedimente geben, treten in der Ebene nördlich des Asopos bis in einer Tiefe von 4, 5 m, in den Kolluvien des nördlichen Hangfußbereichs bis in Tiefen von 3,3 m auf.

Altersbestimmung:

Für die zeitliche Einordnung der Sedimente wurde die OSL-Datierungsmethode angewandt, wie sie bereits in der ersten Projektphase zum Einsatz kam. Das adaptierte Single-Aliquot Protokoll für die Detektion unzureichend gebleichter Proben wurde weiterentwickelt und eine Technik der Minimierung der Mineralkörner pro Aliquot angewandt. Eine ausführliche Beschreibung der Technik findet sich in Fuchs & Wagner (2003) (siehe beiliegenden Sonderdruck). Mittels ¹⁴C-Datierungen erfolgte die Verifizierung der neuen OSL Datierungstechnik. An ausgewähltem Probenmaterial wurden zusätzlich palynologische und paläomagnetische Untersuchungen durchgeführt.

Landschaftsveränderung durch den Menschen:

Die Rekonstruktion der holozänen Sedimentationsgeschichte erfolgte wie bereits in der ersten Projektphase anhand der Sedimentarchive des nördlichen Hangfußbereichs (B5-B7). Zusätzlich konnte das Sedimentarchiv des zentralen Beckenbereichs beispielhaft zur Rekonstruktion der Sedimentationsgeschichte herangezogen werden, das die Verhältnisse der Ebene dokumentiert (B9). In Abbildung 2 und 3 sind Sedimentabfolgen und die Datierungsergebnisse abgebildet. Die für das Untersuchungsgebiet wichtigen Kulturepochen sind in Abbildung 5 aufgelistet.

Auf Grundlage der OSL-Alter wurden Sedimentationsraten berechnet, die verdeutlichen, in welchen Kulturphasen mit erhöhter Sedimentation und damit Bodenerosion zu rechnen ist. Die Sedimentationsraten sind für den nördlichen Hangfußbereich in Abbildung 4 dargestellt. Dabei

stellen die Profile B1, A14 und B2 die Daten der ersten Projektphase dar, die Profile B5-B7 die der zweiten Projektphase. Die Ergebnisse der in Projektphase II untersuchten Profile B5-B7 bestätigen tendenziell die Ergebnisse der ersten Projektphase, wonach die südexponierten Hänge des nördlichen Beckenbereichs bereits im Neolithikum unter menschlichem Einfluss standen. Dies zeigen abermals die neolithisch einzuordnenden Kolluvien der Lokalität B6 und B7, wo ein deutlicher Anstieg der Sedimentationsrate im Neolithikum zu verzeichnen ist. Ein Rückgang der Sedimentationsrate im Chalkolithikum, wie er für die Lokalitäten B1, A12 und B2 zu erkennen ist, kann ebenfalls für Profil B7 erkannt werden. Die scheinbar gleich bleibende Sedimentationsrate die anhand des Profils B6 für diese Epoche berechnet werden konnte, ist auf die schlechte zeitliche Auflösung des Profils zurückzuführen und widerspricht damit nicht den für die Epoche des Endneolithikums und Chalkolithikums gewonnenen Ergebnissen. Die Profile B6 und B7 zeigen für die Epochen von der Bronzezeit bis heute wesentlich niedrigere Sedimentationsraten als dies die Profile der weiter östlich gelegenen Catena mit den Profilen B1, A14 und B2 erkennen ließen. Allerdings zeigt das Profil B5 wiederum tendenziell die gleichen Sedimentationsraten für das Mittelalter und die Neuzeit wie bereits die östlich gelegene Catena. Die Hypothese einer Sedimentfalle in Form einer bronzzeitlichen Straße, die zwischen den Lokalitäten B5 und B6 bestanden haben könnte und damit die Sedimentzufuhr vom Oberhang- zum Hangfuß-Bereich unterbrochen haben könnte, ist fraglich, da sonst diese Kolluvien mächtiger im Profil B5 zu finden sein müssten. Andererseits konnten im Unterhangbereich Bausteine gefunden werden, die auf eine ehemalige Straße hinweisen. Das Hangprofil ist an dieser Stelle zumindest soweit anthropogen überprägt, dass entweder eine Unterbrechung der Sedimentzufuhr zum Unterhangbereich oder ein Sedimentabtrag des Unterhanges im Bereich B6 und B7 nicht unwahrscheinlich erscheint. Damit lassen sich aufgrund der Ergebnisse der ersten Projektphase für den nördlichen Hangbereich weiterhin die Epochen der mittleren und späten Bronzezeit, der Römerzeit und die Zeit seit dem ausgehenden Mittelalter als Phasen erhöhter Kolluvienbildung ausweisen. Auffallend niedrige Raten der Kolluvienbildung sind für den Zeitraum des Chalkolithikums und der frühen Bronzezeit anzunehmen. Niedrige Sedimentationsraten sind auch für die Frühe Eisenzeit wahrscheinlich. Auffällig ist, dass es bereits im Neolithikum zur Bildung mächtiger Kolluvien im nördlichen Hangfußbereich kam (Fuchs, Lang & Wagner, im Druck).

Die Situation des südlichen Hangfußbereichs konnte, wie bereits in Projektphase I, aufgrund unzureichend gebleichter Sedimente nicht ausreichend genau analysiert werden. Dagegen konnten die Sedimente des zentralen Beckenbereichs, repräsentiert durch das Profil B9, zur Rekonstruktion der Sedimentationsgeschichte der Ebene herangezogen werden. Konnten in der ersten Projektphase die Sedimente des zentralen Beckenbereichs nur bis zur klassischen Antike beprobt und datiert werden, so war mit dem Profil B9 das komplette Holozän bis an das Ende des Pleistozäns aufgeschlossen. Danach liegt die Sedimentationsrate des Prä-Neolithikums bei unter 0,1 mm/a, die dann im Neolithikum auf Werte von über 1 mm/a ansteigen. Im Verlauf des Chalkolithikums verringert sich die Sedimentationsrate dann auf einen Wert von ca. 0,3 mm/a. Dieser Wert stellt aufgrund unzureichender zeitlicher Auflösung dann einen Durchschnittswert bis heute dar, bestätigt damit den Wert von 0,3 mm/a, der am weiter östlich gelegenen Profil B3 für die Periode von der klassischen Antike bis heute berechnet werden konnte.

Insgesamt bestätigt werden die OSL-Datierungen des Profils B9 durch die ¹⁴C-Datierungen (Abbildung 9), die an Holzkohle durchgeführt wurde, bei der die *in situ* Lage vermutlich gegeben war. Der anthropogene Einfluss am Profil B9 wurde durch zahlreiche Keramikfunde dokumentiert, die mit den ersten neolithischen Sedimenten einsetzen. Im Bereich der neolithischen Sedimente lag

ein Kulturhorizont mit zahlreichen Scherben, Gefäßen und Holzkohlen vor, der die menschliche Besiedlung der Ebene bereits im Neolithikum eindeutig dokumentiert.

Die chronostratigraphische Zuordnung der Sedimente zu den entsprechenden Kulturepochen hat weitreichende Konsequenzen für die archäologische Oberflächenprospektion, wie sie bereits für die erste Projektphase formuliert wurden. Danach ist sowohl im Hangfußbereich, als auch in der Ebene mit einer mächtigen Sedimentüberdeckung älterer Kulturschichten zu rechnen, so dass über die archäologische Fundverteilung der Geländeoberfläche nur im begrenzten Umfang auf die Besiedlungsgeschichte des Untersuchungsgebietes geschlossen werden kann. Andererseits ist es über die chronostratigraphische Zuordnung der Kolluvien möglich, Informationen über die Besiedelung eines Raumes zu erhalten, ohne zunächst den direkten archäologischen Beweis über Artefaktfunde führen zu müssen.

Messung der magnetischen Suszeptibilität:

Allgemeines

Das Studium der magnetischen Eigenschaften von Böden und deren Substrate gehört in den Bereich der so genannten Umweltmagnetik. Die Umweltmagnetik ist ein junger Zweig der Gesteinsmagnetik. Sie versucht aus Zusammensetzung, Konzentration und Korngrößenspektrum des magnetischen Mineralinventars von Sedimenten oder Grenzflächen spezifische Umwelteinflüsse zu rekonstruieren. Die Stärke der Methode liegt in der schnellen, hochauflösenden und zerstörungsfreien Messwerterfassung und in ihrer Aussagekraft zur pauschalen Zusammensetzung des Sediments, zu Liefergebieten, zum Diageneseverlauf etc.. Magnetische Minerale in Sedimenten werden als Abtragungsprodukt angeliefert, im Sediment durch chemisch/biologische Prozesse neu gebildet oder durch anthropogene Verschmutzung eingetragen.

Die magnetischen Eigenschaften von Sedimenten, Böden, Stäuben und auch Grenzflächen, wie Sedimentoberflächen in Gewässern, stellen hochempfindliche Indikatoren der Umweltbedingungen dar. Weiterhin hat anthropogene Verschmutzung oft eine starke magnetische Signatur, die mit geeigneten gesteinsmagnetischen Techniken diskriminiert und sogar nach Quellen unterschieden werden kann.

Die kausalen Beziehungen zwischen den beobachteten gesteinsmagnetischen Eigenschaften und den Prozessen, die diese erzeugen, werden immer besser verstanden. Es zeichnet sich ab, dass diese Eigenschaften zukünftig als wertvolle Proxy-Parameter für viele Prozesse dienen können.

Als ein recht junger Zweig der Gesteinsmagnetik hat sich die Umweltmagnetik bisher vornehmlich mit marinen Umweltmilieus befasst; daneben wurden vor allem Seesedimente aber auch rezente und fossile Böden untersucht. Die Untersuchung und Rekonstruktion der Paläo-Umweltbedingungen stand dabei meist im Vordergrund. Die Abhängigkeit magnetischer Kennwerte von historischen oder gar aktuell beobachtbaren Umwelteinflüssen ist bisher selten untersucht worden.

Die magnetische Suszeptibilität von Böden

Eisenhaltige Minerale werden im Rahmen der Pedogenese neu gebildet und häufig durch Bodenerosion oberflächennah angereichert. Deshalb ist die Magnetisierbarkeit (magnetische Suszeptibilität) von Böden meist wesentlich höher als die des Substrats aus denen sich die Böden entwickelten.

In der geoarchäologischen Prospektion wird in jüngster Zeit die Kartierung der magnetischen Suszeptibilität des Bodens verstärkt eingesetzt. Allerdings ist die Kartierung der magnetischen Suszeptibilität des Oberbodens in großen Flächen ($\geq \text{km}^2$), mit nur wenige Meter messender Auflösung in Bodenkunde und Archäologie bisher nur vereinzelt angewandt worden. Die Untersuchungen beschränken sich meist auf hochauflösende Erkundungen von Fundplätzen in der Archäologie und auf weiträumige, z.T. landesweite, sehr kleinmaßstäbliche Datenerhebungen an Böden, die meist nicht die geogene Suszeptibilität der Böden selbst zum Ziel haben, sondern den Einfluss anthropogener Verschmutzung diskriminieren wollen.

Eine Kartierung der magnetischen Suszeptibilität des Bodens mit Meter bis Dekameter messender Auflösung sowie in einem mehrere 100 ha messenden Areal und mit umweltmagnetischer bzw. geoarchäologischer Fragestellung ist uns bisher nicht bekannt. Weiterhin gibt es nach unserer Kenntnis nur wenige Ansätze, die bodenkundliche Charakterisierung von großen Flächen mit der Kartierung der magnetischen Suszeptibilität zu vergleichen und daraus ggf. Rückschlüsse auf die Genese des Suszeptibilitätssignals zu ziehen. In den hier genannten Punkten sehen wir die wesentliche Innovation der im Rahmen des Projektes durchgeführten Untersuchungen.

Ergebnisse

Im Oktober 2001, sowie im Mai und September 2002 wurden mit einer Oberflächensonde der Fa. Bartington (MS2D) Messungen auf den z.T. auch archäologisch begangenen Flächen durchgeführt. Es zeigte sich, dass

1. die Suszeptibilität der Böden um mehr als eine Größenordnung von <20 bis >200 MS2D-Readings ($\sim 150\text{-}1500 \mu\text{SI}$) variiert und damit eine unerwartet große Spanne aufweist (vergl. Abb. 6) und dass
2. die archäologische Befunddichte (hier vor allem Ziegel- und Keramikbruch) ebenfalls zum Suszeptibilitätssignal beiträgt.

In der Kampagne im Oktober 2001 konnte nur punktuell oder entlang von Profilen gearbeitet werden, die sich z.B. am Wegenetz oder an Gemarkungsgrenzen orientierten. Eine flächenhafte Datenerhebung war so nicht möglich. Deshalb wurde im ein Datenlogger konzipiert und dessen Bau in Auftrag gegeben. Dieser Datenlogger ermöglicht neben der Ansteuerung des Messgerätes und der Registrierung sämtlicher von der Sonde erfassten Daten eine Orientierung mittels Globalem Positionierungs System (GPS). Zeit und GPS-Koordinaten werden unmittelbar mit den Messwerten der Sonde verknüpft und in einem Datenblatt abgespeichert. Die Erfahrung aus den Kampagnen in 2002 zeigte, dass mit einer räumliche Auflösung von besser als ± 5 m gerechnet werden kann und so eine Vermessung in einem Raster mit etwa 10 m Punktabstand möglich wurde.

Böden mit hoher Suszeptibilität sind ausnahmslos braunrot bis rot gefärbt und sind i.w.S. als Terra Rossa anzusprechen. Keiner dieser Böden ist jedoch autochton. Das Terra Rossa-Material wird entweder direkt über die an der Ebene angrenzenden Hänge dem Becken zugeführt oder findet sich beidseitig des heutigen Asoposlaufs, wo es lokal deutlich ausgeprägte Uferwälle bildet (Abb. 6). Dieses Material wird als Alluvium angesprochen. Böden mit niedriger Suszeptibilität weisen graue Färbung auf. Sie befinden sich in Bereichen, die vor der heute intensiv betriebenen Entwässerung des Beckens z.T. ganzjährig mit Wasser bedeckt bzw. versumpft waren. Auch heutzutage sind diese

Bereiche in den Wintermonaten periodisch mit Wasser bedeckt oder so stark durchfeuchtet, dass eine landwirtschaftliche Bearbeitung erst spät im Frühjahr beginnen kann. Eisen wurde unter diesen Bedingungen offenbar reduziert und u.U. sogar abgeführt. Die mit $< 200 \mu\text{SI}$ doch recht niedrigen Suszeptibilitäten lassen hier eine Beteiligung von Ferrimagnetika am Suszeptibilitätssignal ausschließen. Eine abschließende Interpretation der Detailstrukturen steht zur Zeit noch aus.

Die Erfahrungen aus den bisherigen Kampagnen stimmt uns hoffnungsvoll, daß eine hochauflösende Kartierung der magnetischen Suszeptibilität ($\sim 10 \text{ m}$ Punktabstand) in einem mehrere 100 ha messenden Areal und im Vorfeld jeder archäologischer bzw. bodenkundlicher und geomorphologischer Prospektion entscheidende Informationen liefert. Vor allem dann, wenn die Kartierung mit gesteinsmagnetischen und bodenkundlichen Analysen an ca. 1% aller Messpunkte verknüpft wird, um hieraus unabhängig Rückschlüsse auf die Genese des Signals zu ziehen. Mittelfristig soll der Geoarchäologie ein Werkzeug an die Hand gegeben werden, mit dem in relativ kurzer Zeit und auf großen Flächen eine erste Diskriminierung kolluvialer und alluvialer Sedimente sowie u.U. auch archäologischer Befundareale erfolgen kann.

2.2. Tätigkeitsbericht

Der Arbeitsplan des Projektvorhabens konnte im Wesentlichen wie beantragt eingehalten werden. Ein ausführlicher Tätigkeitsbericht des ersten Antragsjahres liegt bereits in Form eines Zwischenberichtes vor.

Im ersten Antragsjahr (2001) wurden die Lokalitäten festgelegt, die für das weitere Anlegen von Baggerschürfen geeignet erschienen, um so die räumliche Ausdehnung des Sedimentkörpers zu bestimmen. Daneben dienten die Baggerschürfe der ausreichenden Entnahme von Probenmaterial zur OSL-Datierung. Mit der Aufbereitung des Probenmaterials wurde im zweiten Halbjahr 2001 begonnen. Die ersten Testmessungen mit dem neu entwickelten Suszeptibilitätsmessgerät wurden an ausgewählten Testflächen durchgeführt.

Im zweiten Antragsjahr (2002) wurde die Aufbereitung der OSL-Proben abgeschlossen und mit deren Messung und anschließenden Auswertung begonnen. Parallel dazu wurde die Entwicklung einer Technik zur Detektion unzureichend gebleichter Lumineszenzproben fortgeführt. Aus gerätetechnischen Gründen konnte mit der OSL-Altersberechnung erst im Frühjahr 2003 begonnen werden. Die Suszeptibilitätsmessungen wurden an weiteren ausgewählten Flächen durchgeführt.

Am 21. September 2002 wurden auf dem deutsch-griechischen Kolloquium „Zur Besiedlungsgeschichte und Umweltentwicklung im Becken von Phlious“ in Leontion / Nemea die vorläufigen Projektergebnisse vorgestellt. Vertreter aller beteiligten Institutionen und Organisationen waren anwesend.

Das Erreichen der Ziele und die Einhaltung des Zeitplans gehen nicht zuletzt auf eine gut funktionierende Zusammenarbeit zwischen den Arbeitsgruppen der Forschungsstelle Archäometrie der Heidelberger Akademie der Wissenschaften und dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Heidelberg sowie der griechischen Kooperationspartner zurück. Von besonderer Bedeutung war hierbei die Kooperation mit Dr. P. Gaitanakis, zunächst Leiter des griechischen geologischen Diensts IGME in Tripolis, dann Resortchef des Büros für Umweltangelegenheiten der Region Peloponnes, und Dr. Y. Bassiakos vom N.R.C. Demokritos Institut in Aghias Paraskevi (Athen), die ausgezeichnete Fachleute für die lokalen geologischen Verhältnisse sind und für die Lösung infrastruktureller Probleme jederzeit bereitstanden. Daneben war durch die langjährige Zusammenarbeit des Instituts für Ur- und Frühgeschichte mit der 4. Ephorie des griechischen Antikendienst in Nafplion eine Kooperation vorhanden, ohne die die Arbeiten nicht durchführbar gewesen wären. Für die geophysikalischen Teile des Projektes stand uns mit Dr. U. Hambach, Geographisches Institut der Universität Bayreuth, ein ausgewiesener Fachmann zu Verfügung.

Abbildung 1: *Untersuchungsgebiet Becken von Phlious mit tektonischen Störungen sowie den Lokalitäten der Probennahmen. Die Karte basiert auf einem digitalen Höhenmodell, das aus topographischen Karten des Maßstabs 1:5000 generiert wurde.*

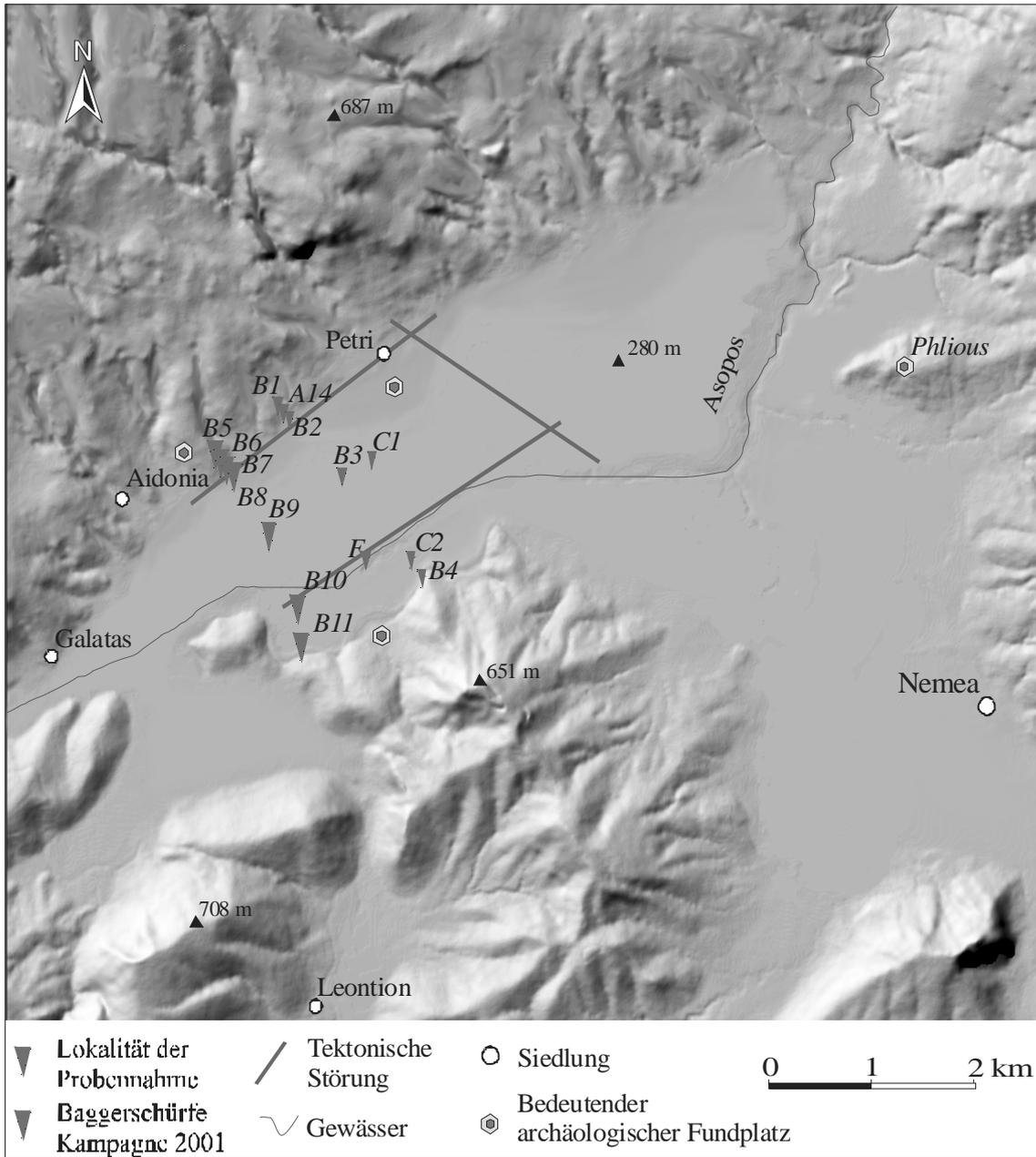


Abbildung 2: *Oben: Schema der Sedimentabfolge am N-Hang des Beckens, basierend auf den Baggerschürfen B5 – B8 (Abbildung 1).
Unten: Abfolge der Sedimente und Böden an den Profilen B5 – B7. Eingezeichnet sind: Fundstellen von Keramikbruchstücken, Entnahmepunkte und Labornummern der Datierungsproben sowie die ermittelten OSL-Alter (in kursiv bei unzureichender Belichtung).*

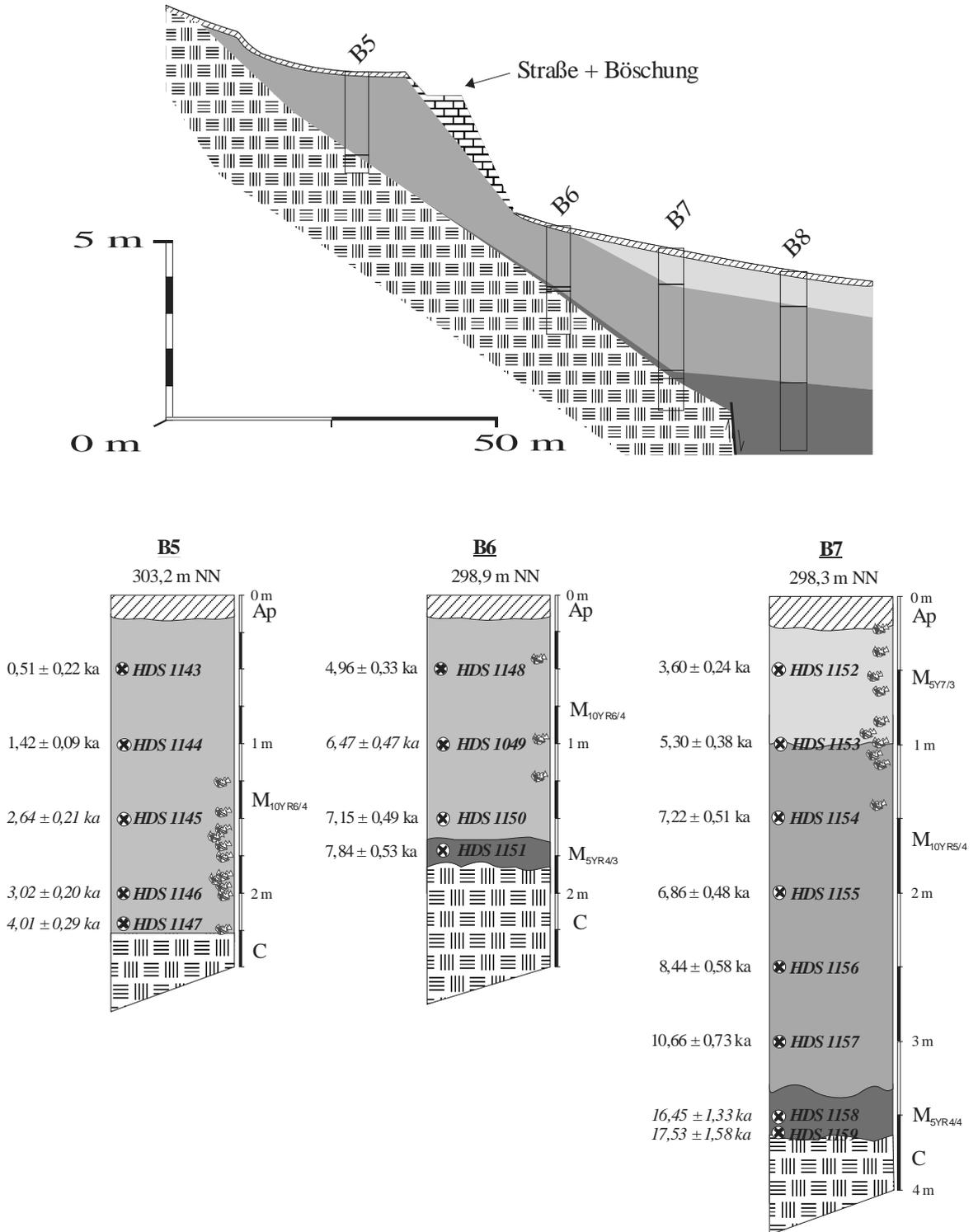


Abbildung 3: *Sedimentabfolge des Profils B9 im Beckenzentrum. Eingezeichnet sind: Fundstellen von Keramikbruchstücken, Entnahmepunkte und Labornummern der OSL-Datierungsproben (Kreuzsymbolik) mit den entsprechenden OSL-Altern (in kursiv bei unzureichender Belichtung). Entnahmepunkte der ¹⁴C-Datierungsproben sind als Rechtecksymbolik im Profil vermerkt, die entsprechenden ¹⁴C-Alter sind umrahmt dargestellt.*

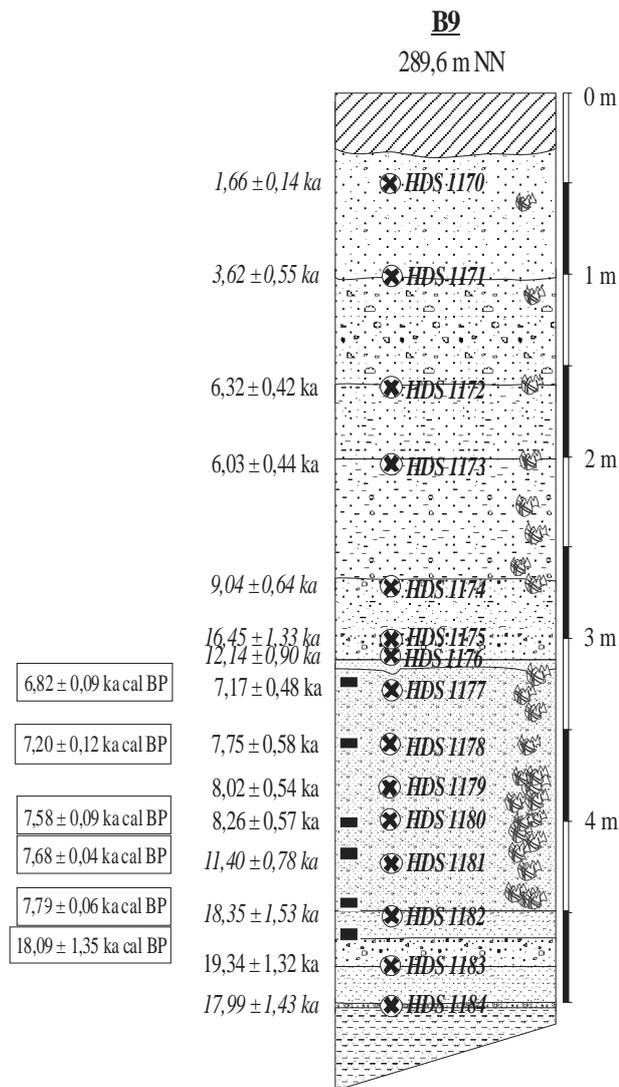


Abbildung 4: *Sedimentationsraten berechnet für die Lokalitäten B1; A14, B2, B5-B8 (Abbildung 1). Die Berechnung der Sedimentationsraten beruhen auf den OSL-Altern. Die Sternsymbolik gibt minimale Sedimentationsraten an.*

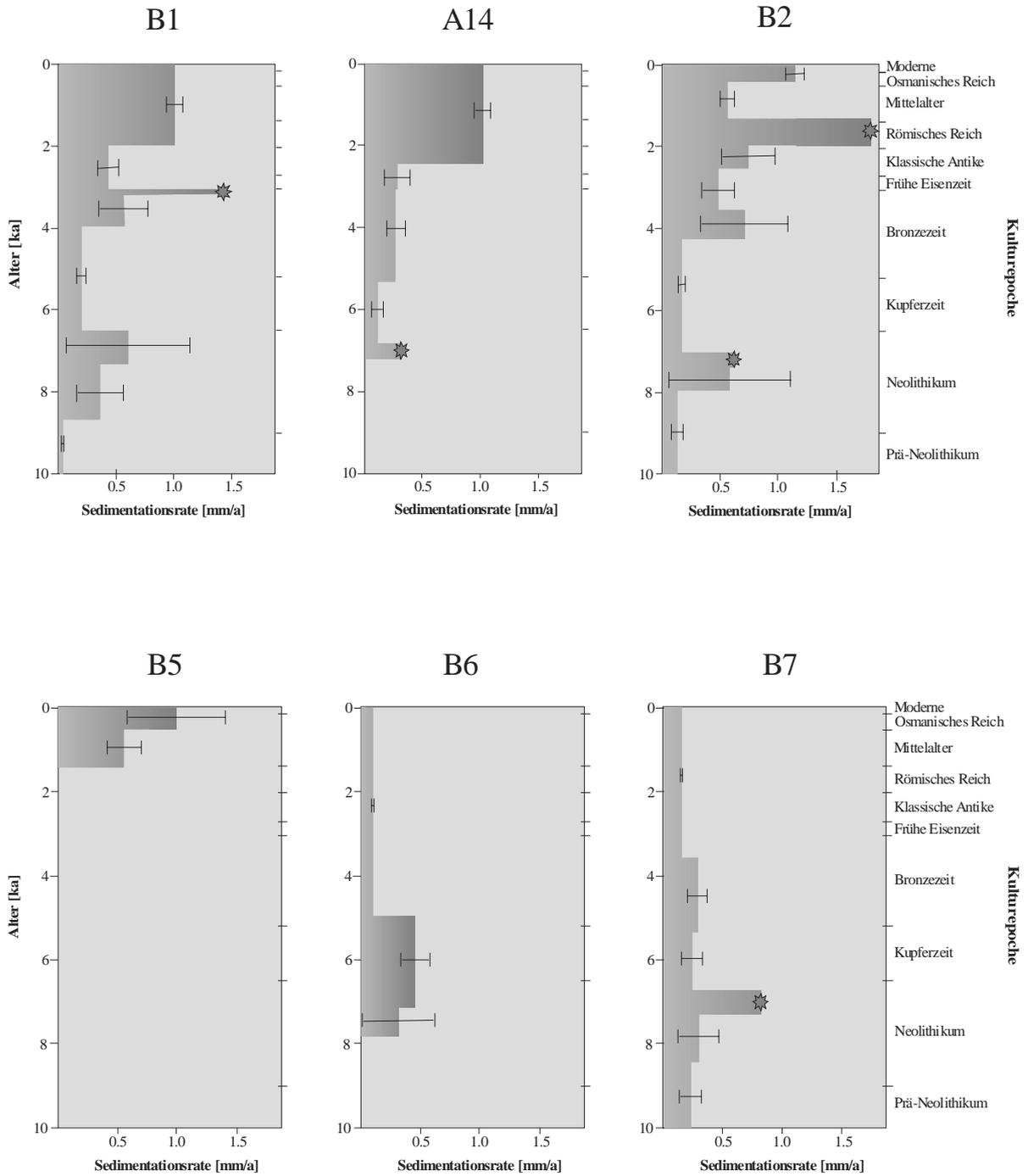
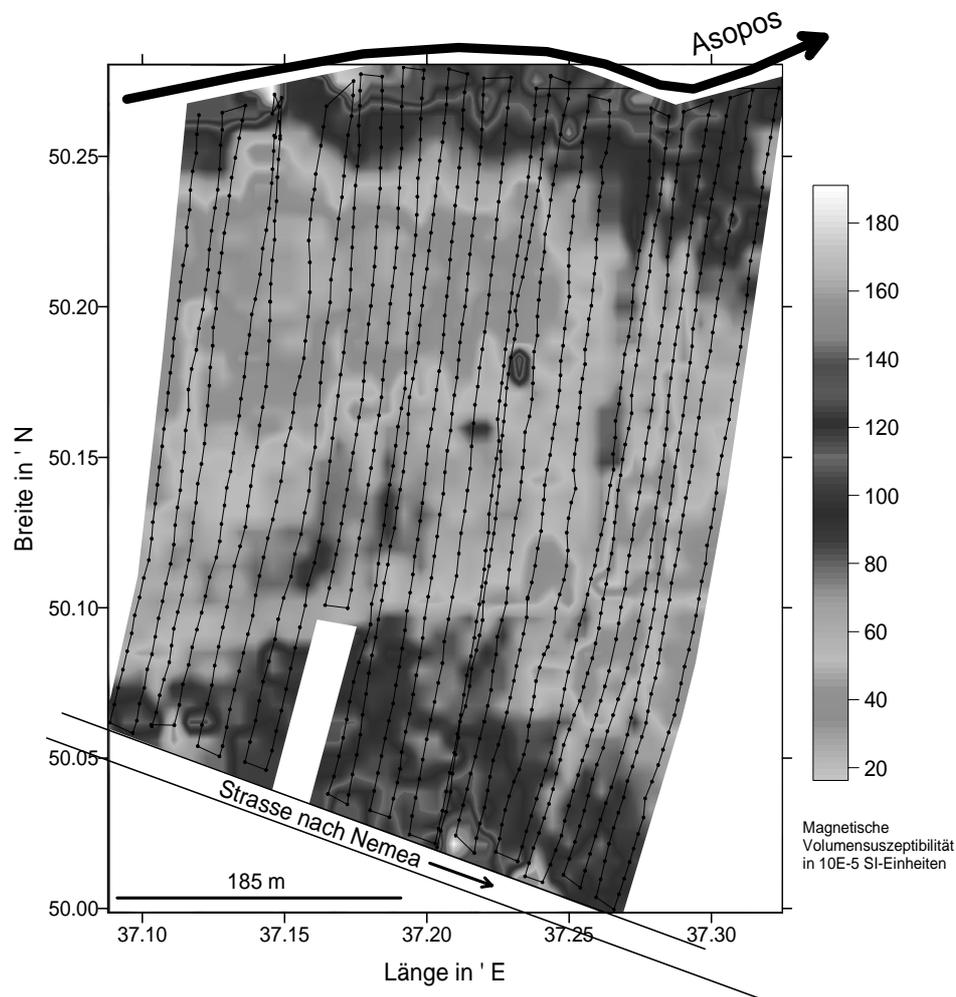


Abbildung 5: *Kultur-Chronologie der NE-Peloponnes und des Beckens von Phlious (nach unterschiedlichen Quellen)*

Zeit	Archäologische Stufe		Geschichtliche Ereignisse
> 130.000 a	Früh-	Paläolithikum	<i>Clactonian / Acheulean</i>
130.000 a	Mittel-		<i>Mousterian</i>
30.000 a	Spät-		<i>Aurignacian / Gravettian</i>
9500 v.Chr.	Mesolithikum		
7000 v.Chr.	Früh-	Neolithikum	<i>Beginn von Ackerbau, Viehzucht und Keramikherstellung</i>
6000 v.Chr.	Mittel-		
5500 v.Chr.	Spät-		
4500 v.Chr.	Chalkolithikum		<i>erste Metallverarbeitung</i>
3200 v.Chr.	Früh-	Bronzezeit	<i>Großsiedlung bei Petri</i>
2050 v.Chr.	Mittel-		
1650 v.Chr.	Spät-		<i>Mykenische Palastzeit (Nekropole von Aidonia)</i>
1065 v.Chr.	Protogeometrisch	Frühe Eisenzeit	<i>"Dark Ages"</i>
900 v.Chr.	Geometrisch		
725 v.Chr.	Protokorinthisch	Klassische Antike	
640 v.Chr.	Archaisch		
480 v.Chr.	Klassisch		<i>Peloponnesischer Krieg</i>
336 v.Chr.	Hellenistisch		<i>Blütezeit der Stadt Phlious</i>
31 v.Chr.	röm. Kaiserzeit	Römerzeit	<i>Korinth wird römische Kolonie</i>
330 n.Chr.	Frühbyzantinisch		<i>Konstantinopel wird Hauptstadt des oströmischen Reichs</i>
610 n.Chr.	Mittelbyzantinisch	Mittelalter	<i>Zerfall des oströmischen Reichs</i>
1204 n.Chr.	Spätbyzantinisch		<i>Frankenherrschaft</i>
1453 n.Chr.	Osmanisch		<i>Errichtung des osmanischen Reichs</i>
1833 n.Chr.	Neuzeit		<i>Errichtung des unabhängigen Königreichs</i>

Abbildung 5: Karte der magnetischen Suszeptibilität eines Areals im Becken von Phlious. Das mit Linien verbundene Punktraster stellt die Messpunkte dar. Werte erhöhter Suszeptibilität finden sich am Beckenrand (unten), die mit kolluvialen Ablagerungen in Verbindung zu bringen sind, sowie beidseitig des heutigen Asoposlaufs (oben), wo lokal deutlich ausgeprägte Uferwälle ausgebildet sind. Dieses Material ist als Alluvium anzusprechen. Böden mit niedriger Suszeptibilität finden sich in Bereichen, die vor der heute intensiv betriebenen Entwässerung des Beckens z.T. ganzjährig mit Wasser bedeckt bzw. versumpft waren.



3. Liste der Publikationen mit Ergebnissen aus dem Vorhaben:

a) Fachzeitschriften und Bücher

Fuchs, M. & Wagner, G. A. (2003): Recognition of insufficient bleaching by small aliquots of quartz for reconstructing soil erosion in Greece. *Quatern. Sci. Reviews* 22, 1161-1167.

Fuchs, M. & Wagner, G.A. (in Druck): OSL dating of colluvial sediments and their implication of early human activities. A case study from Greece. *Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies*.

Fuchs, M., Lang, A. & Wagner, G.A. (in Druck): The History of Holocene soil erosion in the Phlious Basin, NE-Peloponnes, Greece, provided by optical dating. *The Holocene*.

b) Konferenzbeiträge

Esslingen - Jahrestagung der Gesellsch. für Naturwiss. Archäologie (18.-19.09.2001):

Fuchs, M., A. Lang & G.A. Wagner: Geoarchaeological reconstruction of Holocene soil erosion in the Phlious Basin, NE-Peloponnes / Greece, using OSL dating techniques.

Benediktbeuern - 7. TL-OSL- und ESR-Kolloquium (19.10.-21.10.2001):

Fuchs, M. & G.A. Wagner: Detektionsmöglichkeit unzureichend gebleichter Sedimentproben der Quarz Grobkornfraktion mittels Einzel-Aliquotdatierung.

Bologna – Italien, 2. Congresso Nazionale AIAR (29.01.-01.02.2002):

Fuchs, M., A. Lang & G.A. Wagner: Geoarchaeology of the Phlious Basin, NE Peloponnes / Greece: Reconstructing landscape change using OSL-Datingtechniques.

Amsterdam – Niederlande, 33rd International symposium of Archaeometry (22.4.-26.4.2002):

Fuchs, M. & G.A. Wagner: The history of soil erosion in the Phlious Basin, NE-Peloponnes, Greece. Application of OSL-dating techniques using small aliquots to detect insufficient bleaching.

Reno - USA; 9th International Conference on Luminescence and ESR dating (24.06.-28.06.2002):

Fuchs, M. & G.A. Wagner: Optical dating of sediments: recognition of insufficient bleaching by small aliquots of quartz for reconstructing soil erosion in Greece.

Köln – 28. Jahrestagung des Deutschen Arbeitskreises für Geomorphologie (07.10.-10.10.2002):

Fuchs, M. & G.A. Wagner: Rekonstruktion holozäner Sedimentumlagerung mittels hochauflösender OSL-Datierungen im Becken von Phlious, NE-Peloponnes / Griechenland.

Leontion – Griechenland, Abschlusskolloquium des Phlious Projektes (21.09.2002):

Fuchs, M., G.A. Wagner & A. Lang: 5 Jahre geoarchäologische Untersuchungen im Becken von Phlious / Griechenland.

4. Erfolgskontrollbericht

Das Projekt hatte zum Ziel, neue Technologien zu entwickeln, die es erlauben, auf Grundlage geomorphologischer, sedimentologischer und paläopedologischer Daten die Landschaftsentwicklung über kulturgeschichtlich relevante Zeiträume quantitativ zu rekonstruieren. Daneben sollte auf Basis von magnetischen Suszeptibilitätsmessungen eine geophysikalische Erkundungsmethode entwickelt werden, mit der kulturhistorisch relevante Substrate detektiert und großflächig kartiert werden können. Beide Technologien waren dahingehend zu entwickeln, dass sie über die spezifischen Anforderungen des Untersuchungsgebietes Phlious auf der NE-Peloponnes hinaus auch in anderen Regionen für geoarchäologische Untersuchungen eingesetzt werden könnten. Durch den Verbund verschiedener geowissenschaftlicher Methoden, sowie deren Neu- und Weiterentwicklung sollten Beiträge zur Lösung archäologischer Fragen geliefert werden. Diese Ziele konnten in mehrfacher Hinsicht erreicht werden.

Mit der Weiterentwicklung der OSL-Datierungsmethode und der damit verbundenen Möglichkeit einer quantitativen Rekonstruktion von Erosions- und Sedimentationsphasen in kulturhistorisch relevanten Zeiträumen konnte die Voraussetzung geschaffen werden, die anthropogene Nutzung eines Raumes zu prognostizieren, der zunächst aufgrund fehlender archäologischer Befunde oder deren zeitlichen Einordnung keine Antwort auf die Frage nach der Besiedlungsgeschichte hat geben können. Auf Basis der chronostratigraphischen Sedimentanalysen konnte damit für die archäologische Fragestellung ein entscheidender Beitrag zur Rekonstruktion der Besiedlungsgeschichte geliefert werden.

Die Neuentwicklung eines portablen Datenloggers zur Ansteuerung einer Messsonde zur Erfassung der magnetischen Suszeptibilität, das durch die Kombination mit einem GPS-Empfänger die im Feld aufgenommenen Daten sofort verortet, erlaubt die schnelle und vergleichsweise großflächige Ausweisung von Substraten unterschiedlicher Genese. Damit ist der Archäologie ein Instrumentarium an die Hand gegeben, das eine qualitative Bewertung der Methode der archäologischen Oberflächenprospektion erlaubt.

Die in Griechenland durchgeführten Untersuchungen fanden in enger Kooperation mit der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. J. Maran, Institut für Ur- und Frühgeschichte, Universität Heidelberg statt. Daneben wurde vor Ort eng mit dem griechischen Umweltdezernat / Peloponnes, der griechischen geologischen Behörde IGME / Peloponnes (Dr. P. Gaitanakis), dem N.R.C. Demokritos Institut / Athen (Dr. Y. Bassiakos) und der griechischen Antikenbehörde / Nafplion (Dr. A. Mantis) kooperiert. Das Projekt konnte aufgrund dieser Kontakte in vielfacher Hinsicht profitieren und es zeigte sich, dass die Komplexität der Fragestellungen nur mit Hilfe einer interdisziplinären Zusammenarbeit erfolgreich bearbeitet werden konnte.

Der Finanzierungs- und Zeitplan des Projektes wurde weitestgehend eingehalten. Die Neuentwicklung des Datenloggers zur Ansteuerung einer Messsonde zur Erfassung der magnetischen Suszeptibilität bedarf allerdings noch des großflächigen Einsatzes, so dass eine ausreichend statistische Datenmenge eine Validierung der Messergebnisse erlaubt. Durch die im Aufstockungsantrag neu durchgeführten geowissenschaftlichen Untersuchungen konnte die Komplexität der geologischen Verhältnisse des Beckens von Phlious erneut bestätigt werden, was eine Kleingliedrigkeit des sedimentären Beckenaufbaus zur Folge hat. Damit ist allerdings eine Rekonstruktion des Sedimentkörpers für das gesamte Becken nicht möglich gewesen. Die Konzentration der Untersuchungen lag deshalb im westlichen Beckenbereich, in dem auch die Archäologen ihre Untersuchungen durchführten.