

Michael Meyer

Plenartagungsbericht der Forschergruppe A-III

Archäometrie/Archäoinformatik

Mitglieder:

- Ulrich Cubasch (Institut für Meteorologie, Freie Universität Berlin)
- Małgorzata Daszkiewicz (Archea, Warsszawa)
- Jürgen Fischer (Institut für Weltraumwissenschaften, Freie Universität Berlin)
- Philipp Hoelzmann (Physische Geographie, Freie Universität Berlin)
- Georg Kaufmann (Geophysik, Freie Universität Berlin)
- Janina Körper (Institut für Weltraumwissenschaften, Freie Universität Berlin)
- Jan Krause (Physische Geographie, Freie Universität Berlin)
- Undine Lieberwirth (Wissenschaftliche Mitarbeiterin, Topoi Area Z)
- Michael Meyer (Institut für Prähistorische Archäologie, Freie Universität Berlin)
- Michaela Riese (Physische Geographie, Freie Universität Berlin)
- Dr. Silvia Polla (Archäoinformatik, Institut für Klassische Archäologie, Freie Universität Berlin)
- Björn Rauchfuß (Prähistorische Archäologie, Freie Universität Berlin)
- Frank Schlütz (Physische Geographie, Freie Universität Berlin; Vertretung Topoi-Juniorprofessur)
- Gerwulf Schneider (Chemie, Freie Universität Berlin [i. R.]
- Brigitta Schütt (Physische Geographie, Freie Universität Berlin)
- Christiane Singer, (Physische Geographie, Freie Universität Berlin; Topoi-Juniorprofessur, beurlaubt)
- Hans-Peter Thamm (Fernerkundung, Freie Universität Berlin)
- Burkart Ullrich (Geophysik, Freie Universität Berlin; Topoi-Stipendiat)

Schlagworte: Archäometrie

- GIS • geochemische und sedimentologische Analytik
- Archäoinformatik • Geophysik • Paläoklima • Fernerkundung

Zusammenfassung: Die Forschergruppe A-III verbindet Projekte, die mit naturwissenschaftlichen bzw. archäoinformatischen Methoden Fragen zu Raum und Wissen untersuchen. Dabei liegt der Fokus auf der Entwicklung neuer und der Weiterentwicklung bereits bewährter Methoden in unterschiedlichen Feldern. In der Art eines Forums ist A-III eine Diskussionsplattform, an die sich Forscher aus anderen Gruppen mit Fragestellungen wenden. Methodische Weiterentwicklungen werden umgekehrt in unterschiedliche Forschergruppen hineingetragen und dort angewendet. Als Medien der Kommunikation dienen u. a. Workshops und das regelmäßig stattfindende ›Archäometrische Kolloquium‹.

Auf unterschiedlichen Ebenen werden in den Projekten raumbezogene Daten generiert, prozessiert und schließlich modelliert. Methodisch sind sie in folgenden Bereichen angesiedelt: (1.) Prozessierung von Fernerkundungs-, Geophysik- und Klimadaten, (2.) Archäometrische Analytik (Geolabor; Keramikanalytik mit Evaluation transportabler Röntgenfluoreszenz-Technik), (3.) Modellierungen in GIS und Entwicklung von GIS-Anwendungen (*open source*).

Die wichtigste Perspektive auf Raum und Wissen ist dabei der Bereich der Mensch-Umwelt-Interaktionen. Die GIS-Analyse der *on-/off-site*-Nutzung von Gebirgslandschaften (Projekt Polla) widmet sich einer bislang nur randlich untersuchten Landschaftsform: marginalen Räumen in Gebirgssituationen. Bewegungskonzepte werden mit Hilfe kumulativer Kostenoberflächen, aber auch mit der Einbeziehung potentieller standortbezogener Vegetation analysiert. Grundlagen für die Erforschung des ›human impacts‹ liefern mit Hilfe eines Oktokopters generierte und in Geländemodelle umgesetzte Fernerkundungsdaten (Projekt Thamm), die vielfältigen und häufig im Rahmen von Multiparameterprospektionen durchgeführten geophysikalischen Messungen (Projekt Kaufmann/Ullrich) sowie das Projekt Klimamodellierung (Projekt Cubasch/Fischer/Körper). Dabei werden in rückschreitender Perspektive Klimamodelle errechnet, die durch die Regionalisierung großskaliger Felder auch für regional arbeitende Projekte anwendbar werden. Wichtige Beiträge vor allem in Zusammenarbeit mit anderen Projekten der Research Area A liefern Analysen von Proben und Befunden aus dem Bereich archäologischer Fundstellen durch die Labore für Physische Geographie und Palynologie (Projekt Hoelzmann/Schlütz). Durch die Bedürfnisse aus diesen Projekten angeregt erfolgen neben Standardanalysen methodische Weiterentwicklungen in verschiedenen Bereichen. Grundlagen für eine optimale Auswertung von Grabungsdokumentationen entwickelt ein GIS-gestütztes Projekt zur dreidimensionalen Datenaufnahme und -analyse (Projekt Lieberwirth), das mit voxelbasierter 3D-Software arbeitet und damit über die analytischen Grenzen gängiger 2,5D-Darstellungen hinausgeht. Die hier generierte Software wird ebenso wie wichtige Tools aus dem GIS-Projekt zu Gebirgslandschaften nach Abschluss der Projekte als *open-source*-Software zur Verfügung gestellt.

Mit der Raumwirksamkeit ökonomischer Strukturen beschäftigt sich ein Projekt zu naturwissenschaftlichen Keramikanalysen (Projekt Meyer/Schneider/Daszkiewicz) durch die Ermittlung von Distributionsgebieten der Produktion einzelner Keramikwerkstätten. Dabei wird erstmals in einem breiten methodischen Zusammenhang ein tragbares Röntgenfluoreszenz-Messgerät eingesetzt, mit dessen Hilfe große Messserien in kurzer Zeit erstellt werden können. Untersucht wird dabei, welche Methodenkombination bei welchen Keramikarten optimal zur Anwendung kommen kann.

Projekte:

- A-III-1 »Klimamodellierung« (Jürgen Fischer, Ulrich Cubasch, Janina Körper)
- A-III-2 »Forum Geophysik« (Georg Kaufmann, Burkart Ullrich)
- A-III-3 »Ökonomische Räume: Naturwissenschaftliche Analyse latène- und kaiserzeitlicher Drehscheibenkeramik« (Michael Meyer, Gerwulf Schneider, Małgorzata Daszkiewicz, Björn Rauchfuß)
- A-III-4 »Vergleichende GIS-gestützte Nutzungsanalyse montaner Landschaften« (Silvia Polla)
- A-III-5 »Hochauflösende Geländeanalyse« (Silvia Polla, Hans-Peter Thamm)
- A-III-6 »Methodische Grundlagenforschung in der Archäoinformatik – Ist Stratigraphie messbar?« (Undine Lieberwirth)
- A-III-7 Labor für Physische Geographie (Philipp Hoelzmann); Palynologisches Labor (Frank Schlütz)

Inhaltsverzeichnis

- 1 Ergebnisse
 - 1.1 Prozessierung von Fernerkundungs-, Geophysik- und Klimadaten
 - 1.2 Archäometrische Analytik
 - 1.3 Modellierungen in GIS und Entwicklung von GIS-Anwendungen (*open source*)
 - 1.4 Resümees
- 2 Publikationen
- 3 Aus der Forschergruppe hervorgegangene weitere Forschungs- und Drittmittelprojekte
- 4 Literaturverzeichnis
- 5 Zitation

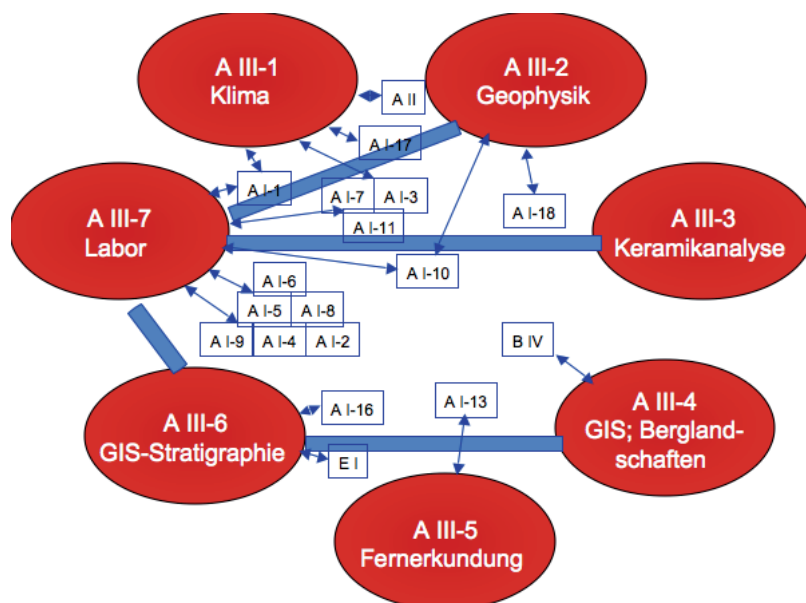


Abb. 1 | Schema der Kooperationen; große Pfeile: Kooperationen von Projekten innerhalb der Forschergruppe A-III, kleine Pfeile: Kooperationen mit Projekten anderer Forschungsgruppen.

1 Ergebnisse

Die Forschergruppe A-III *Archäometrie/Archäoinformatik* hat im April 2009 ihre Arbeit aufgenommen. Sie ist aus dem Wunsch heraus entstanden, die bislang vereinzelte raumbezogene naturwissenschaftliche und archäoinformatische Forschung in Topoi zu bündeln, miteinander zu vernetzen und sichtbar zu machen.

Die Gruppe A-III ist in ihrer Struktur ein Forum (Abb. 1), in dem unterschiedliche Methoden der Analyse von Formations- und Transformationsprozessen in der Antike diskutiert und entwickelt werden. Es werden aus unterschiedlichen Forschungsgruppen Fragestellungen und Probleme an die Gruppe herangetragen und wiederum aus der Gruppe die konkrete Anwendung der neu entwickelten Methoden in die Projekte gegeben. Dementsprechend intensiv ist die Vernetzung der Forscher aus der Gruppe A-III mit anderen Projekten verschiedener Research Areas.

Die Kommunikation untereinander und in Topoi hinein wird durch regelmäßige Treffen, Workshops sowie Vorträge und Diskussionen im Rahmen des ‚Archäometrische Kolloquium‘ organisiert. Der intensive Austausch befördert die vergleichende Methodendiskussion und führt zu vernetzten Lösungsstrategien. Der Standortbestimmung der Archäometrie in Deutschland insgesamt galt die Tagung ‚Potentiale, Perspektiven und Zukunftsaufgaben archäometrischer Forschung in Deutschland‘ am 18.2.2010, die gemeinsam mit dem Präsidium der Deutschen Verbände für Archäologie durchgeführt wurde.

Auf unterschiedlichen Ebenen werden in den Projekten raumbezogene Daten generiert, prozessiert und schließlich modelliert. Methodisch sind sie in folgenden Bereichen angesiedelt:

1. Prozessierung von Fernerkundungs-, Geophysik- und Klimadaten.
2. Archäometrische Analytik (Geolabor; Keramikanalytik mit Evaluation transportabler Röntgenfluoreszenz-Technik).
3. Modellierungen in GIS und Entwicklung von GIS-Anwendungen (*open source*).

Für diese Anwendungen steht den Projekten eine umfangreiche Ausstattung zur Verfügung: vom Geo- und Pollenlabor über Geomagnetik- und Georadarmessgeräten und einen Oktokopter für die Fernerkundung bis hin zu transportabler Röntgenfluoreszenztechnik, aber auch etwa einem GIS-Labor und einem 3D-Scanner.

Die wichtigste Perspektive auf Raum und Wissen, die in den A-III-Projekten eingenommen wird, ist die Mensch-Umwelt-Interaktion: die Nutzung des Naturraumes durch den Menschen, die Auswirkungen, die diese Nutzung auf den Naturraum hat, und das Wissen, das den Nutzungsstrategien zugrunde liegt. Auf unterschiedlichen Ebenen liefern sowohl die geophysikalischen Forschungen und die Analysen der Labore für Physische Geographie und Palynologie als auch die GIS-Analysen (Geographische Informationssysteme) wichtige Ergebnisse. Die Klimamodellierung und die Fernerkundungsdaten schaffen Grundlagen, um auf hohem Niveau und in unterschiedlicher Skalierung Fragen in diesem Bereich nachzugehen. Die Raumwirksamkeit ökonomischer Strukturen wird über die archäometrische Analyse von Keramik mit der Rekonstruktion ihrer Distributionsgebiete erforscht.

1.1 Prozessierung von Fernerkundungs-, Geophysik- und Klimadaten

Mit Hilfe eines sehr leichten und hoch mobilen UAS (*Unmanned Automomous Systems*) in der Bauart eines ferngesteuerten Oktokopters können hochaufgelöste Fernerkundungsbilder für archäologische Fragestellungen erstellt werden – ein verlässlicher Workflow wurde dazu erstmals im Rahmen des Projekts »Hochaufgelöste Geländeanalyse« (A-III-5) von Hans Peter Thamm entwickelt. Wissenschaftliche Herausforderungen waren hierbei die Ableitung von präzisen Orthophotos und die Erstellung von räumlich extrem hochaufgelösten digitalen Geländemodellen aus Aufnahmen vergleichsweiser kleiner Kameras einer instabilen Trägerplattform.

Es gelang mit neuen Ansätzen aus der *Computer Vision* eine Prozessierungskette aufzubauen mit der die Auswertung von unsortierten Luftbildern unbekannter Lagegeometrie möglich ist. Die ersten Versuche zeigen, dass digitale Geländemodelle und Orthophotos aus den unsortierten Luftbildern weitgehend automatisch abgeleitet werden. Wenn die Software ausgereift ist, wird sie ein wichtiger Meilenstein für eine allgemeine Anwendung von UAS in der Archäologie sein.

Zum Einsatz kam die Technologie beispielsweise am kupferzeitlichen Tell von Pietrele in Rumänien, für den ein hochauflösendes digitales Geländemodell generiert werden konnte. Oberflächlich nicht sichtbare Strukturen wie Gräben, aber auch Einzelbefunde werden klar erkennbar. Die Methodik ist ausgesprochen flexibel einsetzbar und zeigt damit ihr großes Potential. Hochinteressant war auch der Vergleich zwischen den Informationen, die aus Fernerkundungsbildern gewonnen wurden, und den Ergebnissen geophysikalischer Methoden.

Ein wichtiges Forschungsgebiet stellt weiterhin die Frage dar, inwieweit vom UAS erfasste multispektrale Information neben den optischen Daten als Indikator für Vitalität von Vegetation und veränderten Chemismus und damit als Indikator archäologischer Strukturen unter der Erdoberfläche herangezogen werden kann. Hierfür werden in dieser Phase von Topoi entsprechende Voruntersuchungen durchgeführt.

Grundlagenforschung zu Mensch-Umwelt-Interaktionen führt das Projekt »Forum Geophysik« (A-III-2) durch. Dabei wird – wie auch bei anderen geoarchäologischen und archäologischen Feldarbeiten – der Boden als Wissensspeicher gesehen, in dem raumbezogene Strukturen erhalten geblieben sind und wieder lesbar gemacht werden können. Ein Lesegerät dafür sind geophysikalische Messinstrumente.

Wichtiges Ziel des Projekts von Georg Kaufmann und Burkart Ullrich ist die Weiterentwicklung der Standardmethoden Geomagnetik, Geoelektrik und Georadar. Gleichzeitig werden Methoden aus der Ingenieurgeophysik und Lagestättenexploration (Elektromagnetik, Gravimetrie, Induzierte Polarisation) hinsichtlich ihrer Einsatzmöglichkeiten zur Beantwortung archäologischer Fragestellungen evaluiert. Ein weiteres methodisches Anliegen ist die Weiterentwicklung der Auswertelgorithmen für Multiparameterprospektionen unter Nutzung geographischer Informationssysteme (GIS).

Durchgeführt werden großflächige Vorerkundungen archäologischer Fundplätze und ihres Umlandes. Dabei prägen sich auch die natürlichen Untergrundstrukturen durch, die beispielsweise bei der großflächigen Prospektion von Siedlungen der Przeworsk-Kultur und deren Umfeld im Südhartzvorland als Grundlage für Aussagen zum Aussehen des früheren Reliefs genutzt werden konnten.

Eine innovative Methode ist die detaillierte 3D-Abbildung von Bau- und anderen räumlichen Strukturen. Erstmals wurde die Methode der Induktiven Polarisation in Hamadab (Sudan) zur Modellierung einer Abfallhalde aus Eisenschlacken – Rückständen der Eisenverhüttung – angewendet. Deutlich sichtbar wird dabei der klare Schichtenaufbau, der für eine mehrphasige Produktion spricht.

Die Ergebnisse geophysikalischer Messungen am Großen Hafir in Naga (Sudan) liefern eine Grundlage für die Modellierung dieses Wasserreservoirs. Aus den Ergebnissen geoelektrischer Messungen wurden geologische Modelle des Untergrundes bis 15 m Tiefe abgeleitet, die eine Berechnung des Fassungsvermögens des Großen Hafirs von 37.000 m³ stützt. Einen Anhaltspunkt zur Lage eines heute nicht mehr sichtbaren Stauwerks im Untergrund am Abfluss des Hafirs erbrachten die Ergebnisse von Georadarmessungen.

Das in Zusammenarbeit mit dem Exzellenzcluster CliSAP der Universität Hamburg durchgeführte Projekt zur »Klimamodellierung« (A-III-1; Ulrich Cubasch, Jürgen Fischer, Janina Körper) liefert Informationen über einen entscheidenden geoökologischen Faktor: das Klima. In hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung werden Klimainformationen errechnet und damit für (prä-)historische Projekte zur Verfügung gestellt. Zentrale Fragen sind dabei: Wie beeinflussen großräumige Strukturen die lokalen klimatischen Gegebenheiten? Wie können diese Zusammenhänge in einem Modell zur Beschreibung der Entwicklung des lokalen Klimas genutzt werden?

Da Klimamodelle aufgrund der hohen Rechenanforderungen für lange Zeiträume von mehr als 1000 Jahren üblicherweise nur in einer horizontalen Auflösung von ca. $4^\circ \times 4^\circ$ geographischer Länge und Breite gerechnet werden, entwickelt das Projekt Klimamodellierung innovative Methoden zur Regionalisierung großskaliger Felder. Ausgehend von Arbeitshypothesen, die in Projekten der Forschergruppen A-I und A-II entwickelt wurden, wird im Projekt »Klimamodellierung« zunächst die Stellung des Untersuchungsortes im überregionalen Kontext analysiert. Bei der dynamischen Regionalisierung wird in einer numerischen Simulation mit einem Klimamodell in einer horizontalen Auflösung von $1^\circ \times 1^\circ$ geographischer Länge und Breite eine ausgewählte Zeitscheibe von 25 Jahren unter Einbeziehung der Ergebnisse einer geographisch gröber aufgelösten Simulation durchgeführt. Diese sogenannte Zeitscheibenmethode (engl. time-slice technique) ist eine häufig verwendete Methode für Zukunftsprojektionen im Kontext der globalen Erwärmung. In diesem Projekt wird sie erstmals respektiv zur Untersuchung paläoklimatischer Fragestellungen angewandt.

Einerseits werden die Ergebnisse der Zeitscheibenexperimente mit einem Biommodell, einem Modell zur Berechnung der potentiellen Vegetation (vgl. CLAUSSEN – GAYLER 1997), analysiert. Die geographischen Karten der Biome in den verschiedenen Zeitscheibenexperimenten geben Auskunft über Verschiebungen von Vegetationszonen. Andererseits werden die Ergebnisse der Zeitscheibenmethode erfolgreich in einigen Projekten zur Untersuchung der Veränderung der statistischen Eigenschaften von Niederschlagsintensitäten eingesetzt.

Für Fragestellungen, die den zeitlichen Verlauf eines klimatischen Parameters – z. B. Niederschlag, Temperatur oder ein Dürreindex für einen bestimmten Untersuchungsraum – betreffen, wird eine statistische Downscalingmethode verwendet. Hierbei wird der statistische Zusammenhang zwischen großskaligen Feldern, wie dem Luftdruckfeld, und der Zielgröße, etwa Niederschlag, ausgenutzt.

Nach Abschluss des Projekts wird das Klimamodell für weitere Projekte verfügbar sein.

1.2 Archäometrische Analytik

Eine zentrale Stütze für viele Projekte gerade aus der Forschergruppe A-I ist das Labor der Physischen Geographie (Philipp Hoelzmann) mit angeschlossenem Palynologischem Labor (A-III-7). Ähnlich wie in der Geophysik werden auch hier spezifische Landschaftsarchive (z. B. Sedimente) gezielt genutzt, um Aussagen zur Veränderung der Landschaft über geologische bzw. archäologische Zeiträume zu ermöglichen. Darüber hinaus soll der mögliche Einfluss des Menschen auf den Raum identifiziert und quantifiziert werden. Die Arbeiten erfolgen in engem Kontakt mit den Projektpartnern und führen immer wieder zur Weiterentwicklung von Methoden – beispielsweise für die Bewertung von Verwitterungsprozessen anhand bestimmter Elementverhältnisse oder die Optimierung der Phosphatanalyse.

Im Pollenlabor arbeitet Kollege Schlütz daran, neben Pollen auch die meist besser erhaltenen Sporen gezielt auswerten zu können. Sporen streuen gegenüber Pollen nur sehr lokal und bieten daher große Vorteile bei der geoarchäologischen Interpretation. So können Sporenspektren insbesondere Auskunft über die in den beprobten Siedlungen, Gebäuden oder Gruben ehemals vorhandenen und von Pilzen abgebauten organischen Materialien

geben. Hierbei ist an Baustoffe zu denken (Holz, Stroh, Schilf etc.) sowie an Brennmaterial (Holz, Holzkohle) und Nahrungsmittel. Aus dem Nachweis dungliebender Pilze lässt sich auf die Anwesenheit und artliche Zusammensetzung von Haustieren schließen.

Eine ganz andere Art naturwissenschaftlicher Analytik mit einem ganz anderen Wissens- und Raumbezug zeigt das Projekt zur archäometrischen Analyse von Drehscheibenkeramik (A-III-3 »Ökonomische Räume: Naturwissenschaftliche Analyse latène- und kaiserzeitlicher Drehscheibenkeramik«; Michael Meyer, Gerwulf Schneider, Małgorzata Daszkiewicz, Björn Rauchfuß). Zentral ist hier die Frage, ob und über welche Strecken hinweg Keramik distribuiert bzw. verhandelt wurde – sicher feststellbar an den konkreten Tonen, mit denen einzelne Werkstätten gearbeitet haben. Diese Distributionsgebiete geben uns Hinweise auf die Verbreitung des Wissens über die komplexe Technologie der Herstellung von Drehscheibenkeramik und sie lassen »ökonomische Räume« in einfach strukturierten Gesellschaften erkennbar werden.

Neben den bewährten Standardmethoden der archäometrischen Keramikanalyse, für die mit Gerwulf Schneider jahrzehntelange Anwendungserfahrung vorliegt, kommt in diesem Projekt eine innovative Technologie zur Bestimmung der geochemischen Zusammensetzung der Tone zum Einsatz: Mit einem kleinen, transportablen Röntgenfluoreszenzanalyse-Gerät können ohne Kostenaufwand große Serien von Keramik gemessen werden. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines verlässlichen Workflows, der so intensiv wie nötig überprüfende Labormessungen einbezieht (vgl. SCHNEIDER – DASZKIEWICZ 2010; HELFERT – BÖHME 2010). Zum ersten Mal wurde dabei ein breites Methodenspektrum unter Einbeziehung des Nachbrennverfahrens eingesetzt, das hervorragende Ergebnisse erbracht hat. Die Ergebnisse werden in Kürze im Rahmen eines Workshops mit denen anderer Arbeitsgruppen verglichen.

Zwei Beispiele mögen in aller Kürze zeigen, dass hier in unterschiedlichen zeitlichen und kulturellen Konstellationen signifikante Ergebnisse erzielt werden können. Beprobte wurde zum einen Drehscheibenkeramik aus latènezeitlichen Siedlungen Nordwestböhmens (3./2. Jh. v. Chr.), zum anderen aus kaiserzeitlichen Fundstellen Brandenburgs (3./4. Jh. n. Chr.). Die Verteilungsmuster der geochemisch und mit dem Nachbrennverfahren ermittelten Warenarten sind signifikant anders. Während im eisenzeitlichen Böhmen jede Warenart jeweils nur in einer Siedlung auftritt, streuen die Warenarten im kaiserzeitlichen Brandenburg über weite Strecken. Die klaren Unterschiede im ökonomischen und raumbezogenen Konzept werden sofort deutlich: In Nordwest-Böhmen spielt Handel bei der Versorgung mit Drehscheibenkeramik offensichtlich keine Rolle, das Wissen über die Technologie ist weit verbreitet. Ganz anders das kaiserzeitliche Brandenburg – hier sind Austauschbeziehungen über 80–100 km offensichtlich der Regelfall, die Anwendung der Technologie scheint an wenigen Orten konzentriert zu sein. Die beiden Beispiele zeigen, wie aussagekräftig diese Methodik für die Ermittlung einer ökonomischen Binnenstruktur ist.

1.3 Modellierungen in GIS und Entwicklung von GIS-Anwendungen (*open source*)

Auf eine im Bereich der GIS-gestützten Modellierungen bislang eher vernachlässigte Landschaftsform zielt das Projekt zur Analyse der Landnutzung in Gebirgslandschaften (A-III-4 »Vergleichende GIS-gestützte Nutzungsanalyse montaner Landschaften«). Silvia Polla geht der Frage nach, wie sich die Nutzung dieser marginalen Räume durch den Menschen in diachroner Perspektive verändert hat. Im Focus steht die Auswertung von sowohl *on-site*- als auch *off-site*-Aktivitäten, die durch gezielte extensive und intensive Survey-Strategien ermittelt werden. Die Entscheidungsprozesse der Landnutzung und der Transhumanz-bezogenen Bewegungspraktiken werden dabei systematisch durch computergestützte Simulationen und Modelle untersucht. Diese können das Wissen über die Nutzung und Gestaltung der Landschaft, ebenso wie dessen Einfluss darauf, erklären.

In Hochgebirgslandschaften spielen die Begehbarkeit und der Energieaufwand, der dabei entsteht, eine entscheidende Rolle. Dementsprechend wird hier mit kumulativen Kostenoberflächen gearbeitet, die diesen Aufwand in drei Schritten berechnen. Aus der Bewegungsgeschwindigkeit und der Dauer für das Zurücklegen einer bestimmten Strecke werden – von den jeweiligen archäologischen Fundplätzen aus – Kartierungen generiert, die anzeigen, in welcher Zeit welche Areale erreicht werden können (vgl. LOCK – POUNCETT im Druck). Durch die GIS-basierte räumliche Analyse wird eine sehr konkrete Raumwahrnehmung rekonstruiert, die als Grundlage für die Bewertung der Landnutzung in unterschiedlichen Epochen eingesetzt werden kann. Informationen zur potentiellen Landbedeckung werden dann mit den Entfernungsparametern verschnitten, um zu rekonstruieren, mit welchem Zeit- und Energieaufwand an welchen Stellen intensive oder extensive Weidewirtschaft betrieben werden konnte. Eine ABM (*Agent-based Model*) Software zur Verknüpfung mit GIS, welche als Basis für die Modellierung archäologischer Prozesse dienen soll, wurde im Rahmen des Projektes entwickelt. Diese steht für vergleichbare Anwendungen zur komparativen diachronen Analyse des Nutzungspotentials in Hochgebirgen, von territorialen Aneignungsprozessen und der Resilienz sozio-ökologischer Systeme im marginalen Hinterland zur Verfügung.

Die Ergebnisse wurden im Rahmen einer internationalen Tagung zur »Computational Approaches to Movement in Archaeology. Theory, Practice and Interpretation of Factor and Effects of Long Term Landscape Formation and Transformation« vorgestellt.

Mit der optimalen Strategie zur dreidimensionalen und hochauflösenden Dokumentation von archäologischen Stratigraphien beschäftigt sich Undine Lieberwirth (A-III-6 »Methodische Grundlagenforschung in der Archäoinformatik – Ist Stratigraphie messbar?«, 3D-Grabungsdokumentation). Bisherige 2,5D-GIS-Anwendungen sind in diesem Bereich an ihre Grenzen gestoßen, da sie zwar zur Visualisierung, jedoch nur sehr eingeschränkt zur Analyse dreidimensionaler Strukturen eingesetzt werden können. Das Anliegen des Projektes ist dementsprechend die Weiterentwicklung des Potentials von 3D-GIS-Anwendungen für die Analyse von archäologischen, bauhistorischen und bodenkundlichen Daten. Konkretes Ziel ist die Anwendung dreidimensionaler Statistik in archäologischen Fundkomplexen, um den räumlichen Zusammenhang von Stratifikation modellieren und statistisch auswerten zu können. Gleichzeitig sollen archäologische Straten aufgrund quantitativer Informationen differenziert werden.

Durchgeführt wurden Testdokumentationen beispielsweise an einer mittelneolithischen Kreisgrabenanlage, bei der auch ein Vergleich der Grabungsmethoden stattgefunden hat. Der 3D-Scan wird mit den unterschiedlichsten Parametern, von Fundobjekten bis zu konkreten und im Labor überprüften Bodeneigenschaften, verknüpft und bildet somit ein ideales Instrument für die verschiedensten Auswertungsschritte. Die für das Projekt generierte Software wird als *open source* für Anwendungen in Archäologie und Kulturwissenschaft zur Verfügung gestellt.

Aspekte moderner Grabungsdokumentation wurden im Rahmen mehrerer Workshops innerhalb von Topoi diskutiert. Eine breit angelegte Tagung (nicht nur) zur Anwendung von GIS-Strategien behandelte »Spatial Analysis in Past Build Environments«.

1.4 Resümee

Den Projekten der Forschergruppe A-III liegt also ein ganz unterschiedlicher Blick auf den Raum zugrunde. Immer geht es dabei jedoch um die Generierung und/oder die Analyse von raumbezogenem Wissen. Vom Boden als Archiv war schon die Rede: als Wissensspeicher vergangener dynamischer Prozesse von Formation, Destruktion und Transformation des Raumes, ob anthropogenen (*conceptual design*) oder natürlichen Ursprungs.

Aber auch eine Keramikscherbe enthält viele Informationen über explizites und implizites Wissen. Explizit ist die generelle Kenntnis der Drehscheibentechnologie, des Aufbaus eines Töpferofens mit Lochtenne. Implizites oder – in diesem Fall – auch prozedurales Wissen ist die konkrete Behandlung des Tons, das Wissen um den richtigen Zeitpunkt des Hochdrehens, das Wissen um das richtige Timing beim Brennvorgang.

Solchen »Wissensspeichern« sind die Projekte der Forschergruppe A-III auf der Spur.

2 Publikationen

Bebermeier, Wiebke – Hoelzmann, Philipp – Meyer, Michael – Schimpf, Stefan – Schütt, Brigitta – Wetzel, Martin. 2009. »Die Siedlungsgeschichte des Südhartzvorlandes«. *FUndiert. Das Wissenschaftsmagazin der Freien Universität Berlin* 1, 32–37. [http://www.fu-berlin.de/presse/publikationen/fundiert/2009_01/05_bebermeier/index.html]

Berking, Jonas – Schütt, Brigitta. 2011. »Late Quaternary Morphodynamics in the Area of the Merotic Settlement Naga, Central Sudan«. *Zeitschrift für Geomorphologie* 55, Supplement-Band 3, 1–24.

Berking, Joans – Beckers, Brian – Schütt, Brigitta. 2010. »A Comparative Approach to Estimate the (Palaeo-)Runoff of Two Semi-Arid Watersheds in a Geoarchaeological Context – A Case Study of Naga (Sudan) and Resafa (Syria)«. *Geoarchaeology* 25/6, 815–836.

Berking, Jonas – Kaufmann, Georg – Meister, Julia – Schott, Michael – Schütt, Brigitta – Ullrich, Burkart. Im Druck. »Geoarchaeological Methods for Landscape Reconstruction at the Excavation Site of Naga, Central Sudan«. *Die Erde. Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde*.

Blättermann, Maik – Hoelzmann, Philipp – Frechen, Manfred – Gass, Anton – Parzinger, Hermann – Schütt, Brigitta. Im Druck. »Late Holocene Landscape Reconstruction in the Land of Seven Rivers, Kazakhstan«. *Quaternary International* LAC2010-Issue. (Available online 21 July 2011.)

Daszkiewicz, Małgorzata – Bobryk, Ewa – Schneider, Gerwulf. 2010. »Freigedreht oder nachgedreht?«. In Oliver Hahn et al. (Hg.) *Archäometrie und Denkmalpflege 2010: Jahrestagung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 15.–18. September 2010*, Metalla Sonderheft 3. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum. 132–134.

Daszkiewicz, Małgorzata – Schneider, Gerwulf. Im Druck. »Archäokeramologische Klassifizierung archäologischer Keramik am Beispiel kaiserzeitlicher Drehscheibenkeramik aus Brandenburg«. In Jan Bemann – Morten Hegewisch – Michael Meyer – Michael Schmauder (Hgg.), *Drehscheibentöpferei im Barbaricum – Technologietransfer und Professionalisierung eines Handwerks am Rande des Römischen Imperiums, Akten der Internationalen Tagung in Bonn vom 11. bis 14. Juni 2009*, Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie 13. Bonn: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität.

Hegewisch, Morten – Meyer, Michael. Im Druck. »Naturwissenschaftliche Analysen kaiserzeitlicher Drehscheibenkeramik aus Brandenburg – archäologischer Kommentar«. In Jan Bemann – Morten Hegewisch – Michael Meyer – Michael Schmauder (Hgg.), *Drehscheibentöpferei im Barbaricum – Technologietransfer und Professionalisierung eines Handwerks am Rande des Römischen Imperiums, Akten der Internationalen Tagung in Bonn vom 11. bis 14. Juni 2009*, Bonner Beiträge zur Vor- und Frühgeschichtlichen Archäologie 13. Bonn: Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität.

Hoelzmann, Philipp – Nowak, Katharina. 2009. »Soil P Analysis in Geoarchaeology: a Systematic Comparison of Different Methods«. *Geoarchaeology 2009 – Landscape to Laboratory and Back Again*, International Meeting 15th–17th April 2009, Departments of Geography and Archaeology, University of Sheffield, UK, Abstract book.

Hoelzmann, Philipp (zusammen mit Wiebke Bebermeier, Michael Meyer und Brigitta Schütt). 2009. »Late Pleistocene to Holocene Landscape History and Geoarchaeology at the Southern Foreland of the Harz Mountains, Germany«. *Geoarchaeology 2009 – Landscape to Laboratory and Back Again*, International Meeting 15th–17th April 2009, Departments of Geography and Archaeology, University of Sheffield, UK, Abstract book: p. 82.

Polla, Silvia. 2010. »Modelli raster di uso del suolo in ambiente montano con GRASS«. In *Atti del Convegno ArcheoFOSS 2009. Open Source, Free Software e Open Format nei processi di ricerca archeologica, (Roma, April 2009)*, in *Archeologia e Calcolatori*, Supplemento 2, 2009 [2010], 265–270.

Schneider, Gerwulf – Daszkiewicz, Małgorzata. 2010. »Testmessungen mit einem tragbaren Gerät für energiedispersive Röntgenfluoreszenz (P-XRF) zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung archäologischer Keramik«. In Oliver Hahn et al. (Hg.) *Archäometrie und Denkmalpflege 2010: Jahrestagung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 15.–18. September 2010*, Metalla Sonderheft 3. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum. 110–112.

Tóth, Janos – Krause, Jan – Schütt, Brigitta – Wulf-Rheidt, Ulrike. 2009. »Preliminary Results of the Environmental Reconstruction in the Area of Felix Romuliana, Eastern Serbia«. *Geoarchaeology 2009 – Landscape to Laboratory and Back Again*, International Meeting 15th–17th April 2009, Departments of Geography and Archaeology, University of Sheffield, UK, Abstract book.

Ullrich, Burkart. 2010. »Erste Ergebnisse geophysikalischer Untersuchungen am Burgwall Lossow«. In Ines Beilke-Voig – Franz Schopper (Hgg.), *Lossow. Alte Forschungen und neue Projekte. Materialien zur Archäologie in Brandenburg 4. Lossower Forschungen 1. Rahden/Westf.: Marie Leidorf*. 91–98.

Ullrich, Burkart – Wolf, Pawel – Kaufmann, Georg. Im Druck. »Geophysical Prospection of Iron Slag Heaps at Hamadab/Northern Sudan«. In *The Historical Metallurgy Society (Hg.), Proceedings of the Archaeometallurgy Conference, Bradford 2010*.

Ullrich, Burkart – Kaufmann, Georg – Meyer, Michael – Kniess, Rudolf – Zoellner, Henning. 2011. »Geophysical Prospection in the Southern Harz Mountain Region, Germany: Settlement History and Landscape Archeology along the Interface of the Latene and Przeworsk Cultures«. *Archaeological Prospection 18/2*. Special Issue on »Geophysical investigations for Archaeological Prospection«.

Wolf, Simone – Wolf, Pawel – Onasch, Hans-Ulrich – Hof, Catharine – Nowotnick, Ulrike. 2009. »Meroë und Hamadab – Stadtstrukturen und Lebensformen im afrikanischen Reich von Kusch. Die Arbeiten der Kampagnen 2008 und 2009«. Mit einem Beitrag von Burkart Ullrich. *Archäologischer Anzeiger 2009/2*. München: Hirmer. 215–262.

3 Aus der Forschergruppe hervorgegangene weitere Forschungs- und Drittmittelprojekte

A-III-2: DFG-Projekt ME 1251/5-1 »Ausgrabung einer Siedlung der Przeworsk-Kultur im Südharzvorland« (Michael Meyer).

A-III-3: Thyssen-Stiftung (Hauptantragsteller Jan Bemann, Bonn; Mit Antragsteller Michael Meyer) Tagung »Drehscheibentöpferei im Barbaricum – Technologietransfer und Professionalisierung des Handwerks am Rande des Römischen Imperiums«, 11.–14. Juni 2009, Bonn.

4 Literaturverzeichnis

Claussen– Gayler 1997

Claussen, M. – Gayler, V. 1997., »The Greening of the Sahara during the Mid-Holocene: Results of an Interactive Atmosphere–Biome Model«. *Global Ecology and Biogeography Letters* Vol. 6, No. 5, 369–377.

Helfert – Böhme 2010

Helfert, M. – Böhme, D. 2010. »Herkunftsbestimmung von römischer Keramik mittels portabler energiedispersiver Röntgenfluoreszenzanalyse (P-ED-RFA) – Erste Ergebnisse einer anwendungsbezogenen Teststudie«. In B. Rammingen – O. Stilborg (Hg.), *Naturwissenschaftliche Analysen vor- und frühgeschichtlicher Keramik I: Methoden, Anwendungsbereiche, Auswertungsmöglichkeiten*. Bonn: Habelt. 11–30.

Lock – Pouncett im Druck

Lock, G. – Pouncett, J. Im Druck. »Walking the Ridgeway Revisited: The Methodological and Theoretical Implications of Scale Dependency for the Derivation of Slope and the Calculation of Least-Cost Pathways«. In *Proceedings of Computer Application and Quantitative Methods in Archaeology 2009 (CAA 2009). Annual International Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology (CAA-09), 37th, March 22–26, Williamsburg, Virginia, United States*.

Schneider – Daszkiewicz 2010

Schneider, Gerwulf – Daszkiewicz, Małgorzata. 2010. »Testmessungen mit einem tragbaren Gerät für energiedispersive Röntgenfluoreszenz (P-XRF) zur Bestimmung der chemischen Zusammensetzung archäologischer Keramik«. In Oliver Hahn et al. (Hg.) *Archäometrie und Denkmalpflege 2010: Jahrestagung im Deutschen Bergbau-Museum Bochum, 15.–18. September 2010*, Metalla Sonderheft 3. Bochum: Deutsches Bergbau-Museum Bochum. 110–112.

5 Zitation

Michael Meyer, »Plenartagungsbericht der Forschergruppe A-III »Archäometrie/Archäoinformatik«.« In Friederike Fless – Gerd Graßhoff – Michael Meyer (Hgg.), *Berichte der Forschergruppen auf der Topoi-Plenartagung 2010*. eTopoi. Journal for Ancient Studies, Sonderband 1 (2011). <http://journal.topoi.org>.