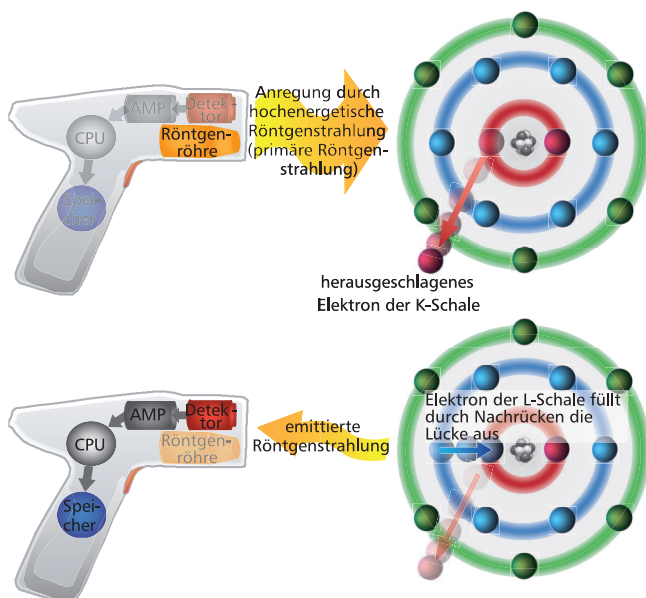


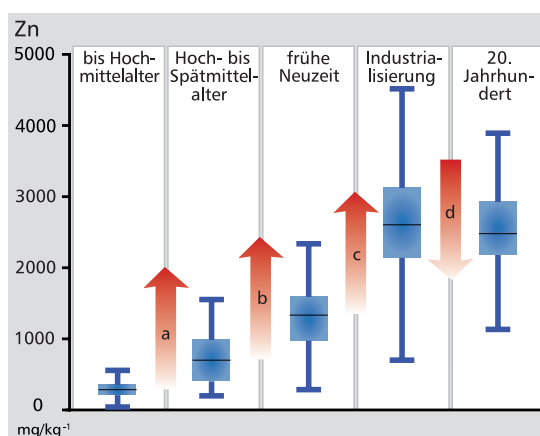
Geoarchäologische Methoden am Beispiel von Röntgenfluoreszenz- und Phosphatanalysen

Jens Protze und
Carolin Schmidt-
Wygash

15 Messprinzip der
Röntgenfluoreszenz-
analyse.



16 Zinkgehalte in Aue-
leihen der Inde spie-
geln die vier Hauptpha-
sen des Galmei- und
Zinkbergbaus wider:
a beginnender Ausbau
des Bergbaus im Mittel-
alter; b Beginn der Blü-
tezeit durch Zuzüge von
Aachener Kupfermeis-
tern nach Stolberg;
c Entstehung reiner
Zinkhütten; d Rückgang
und Aufgabe des Zink-
bergbaus.



folgende weiterführende Fragestellungen verfolgen:

- Wo lagen die siedlungsnahen (on-site) bzw. siedlungsfernen Plätze (off-site)?
- Dominierte Grünlandnutzung oder Ackerbau? Wurde gedüngt?
- Wie wirkte sich die Domestizierung der Landschaft auf den Raum aus?
- Welche Prozesse haben den Siedlungsbefund zuseimentiert?

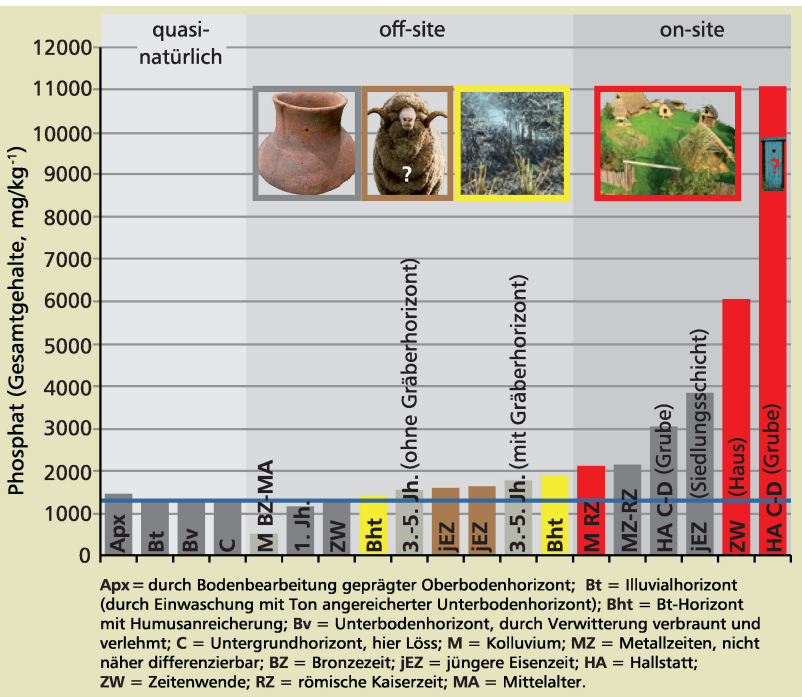
Exemplarisch werden im Folgenden kurz die Röntgenfluoreszenz- und die Phosphatanalyse vorgestellt. Bei der Röntgenfluoreszenzanalyse, im Folgenden RFA, werden die zu untersuchenden Materialien auf ihre elementare Zusammensetzung hin untersucht. Abb. 15 schematisiert das Grundprinzip der Messung. Die Analysemethode macht sich zu Nutze, dass jedes Element unterschiedlich viele Elektronen auf unterschiedlichen Energieniveaus besitzt. Dadurch unterscheiden sich die Spektren der freigesetzten Fluoreszenzstrahlung und erlauben ihre Zuordnung zu den einzelnen chemischen Elementen. Je mehr ein Stoff in dem untersuchten Material enthalten ist, desto höher ist die emittierte Röntgenstrahlung; die einzelnen Elemente sind quantifizierbar.

RFA-Analysen lassen sich an unterschiedlichsten Materialien durchführen. Neben festen, pulverigen oder flüssigen Proben können beispielsweise auch Artefakte untersucht werden. Die Messungen ergeben Hinweise auf Landnutzungen wie Bergbautätigkeiten und bei Artefakten auf Provenienzen. Abb. 16 stellt die Streuungsparameter von Zink in unterschiedlich alten Aueleihen der Inde dar. Auffällig sind die stetig steigenden Gesamtgehalte des Zinks bis zur Industrialisierung. Durch die Verknüpfung mit der überlieferten Bergbaugeschichte im Einzugsgebiet sind bis zur Industrialisierung drei Hauptphasen zu unterscheiden (Abb. 16a–c). Die relative Abnahme in Sedimenten des 20. Jahrhunderts ist dem Rückgang bis zur Einstellung des Bergbaus sowie Umweltmaßnahmen zuzuschreiben (Abb. 16d). Elementgehalte und -zusammensetzungen lassen indirekt eine zeitliche Einordnung von Sedimenten zu. In Kombination mit anderen Methoden, wie z. B. der Archäobotanik, können ehemalige Landnutzungen rekonstruiert werden. Weiterhin erlauben die chemischen Analysen, Keramik hinsichtlich ihrer Zusammensetzung bzw. ihrer Warenart sowie Herstellung zu differenzieren und ggf. ihre Materialherkunft zu identifizieren.

Die sog. Phosphatmethode hielt im Jahr 1911 als eine der ersten naturwissenschaftlichen Analysen Einzug in die Archäologie. Seitdem erlebte sie mehrere Auf- und Abschwünge, die sich weitgehend an ihrer analytischen Weiterentwicklung orientierten. Die Bedeutung des Phosphats für archäologische Fragestellungen liegt vor allem in der räumlich unterschiedlichen anthropogenen Einbringung in die Umwelt sowie seiner Immobilität im Boden. Jedoch ist Phosphat nicht gleich Phosphat. Es tritt in diversen Bindungsformen auf, die sich durch bodenchemische Prozesse kontinuierlich verändern können. Ziel der Archäologie und der ihr zugewandten naturwissenschaftlichen Teildisziplinen ist die Identifizierung des Phosphatanteils. Dieser resultiert aus ehemaligen menschlichen Siedlungsaktivitäten. Es steht heute eine Vielzahl von analytischen Extraktionsverfahren zur Verfügung, große Anteile dieses Siedlungsphosphats aufzuschließen.

Im Labor des Lehrstuhls für Physische Geographie und Geoökologie werden Bodenproben von unterschiedlichsten archäologischen Maßnahmen routinemäßig auf ihren Phosphatgehalt hin untersucht. Auf Grundlage eines Datenpools von bislang ca. 500 untersuchten Bodenproben war es möglich, eine erste generalisierte Gesamtphosphatkurve für die nieder-rheinische Lössböde aufzustellen (Abb. 17). Als erster Schritt steht die Betrachtung der geogenen, natürlichen Phosphatgehalte archäologisch steriler Böden und ihrer Horizonte im Vordergrund. Dies ist für die lokale Betrachtung und Einordnung von Phosphatwerten unerlässlich. In Abhängigkeit von ihrer Herkunft und des angewandten Extraktionsverfahrens werden in der Literatur für den natürlichen Phosphatgehalt Werte zwischen 200 und 5000mg/kg angegeben. Hinzu kommt die potenzielle Kontamination der Pflughorizonte mit Düngephosphaten. Für die niederrheinische Lössböde ließ sich mittels Schwefelsäureextraktion ein Richtwert zwischen 1000 und 1200 mg/kg⁻¹ bestimmen (Abb. 17, links).

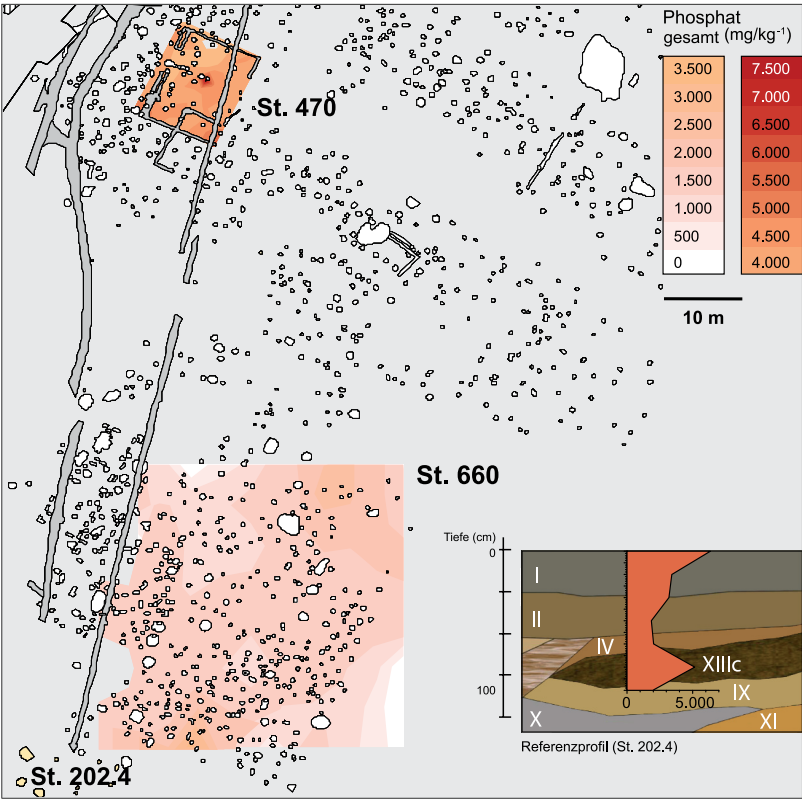
Archäologisch relevante Phosphatquellen sind off-site vor allem tierische oder menschliche Ausscheidungen, Aschen, Holzkohle und organische Abfälle. On-site kommen u.a. Knochen, Horn oder Metall hinzu. Wichtig ist prinzipiell der Befundkontext, da eine Bodenprobe allein lediglich Hinweise auf ehemalige Siedlungstätigkeiten gibt, aber per se kein eindeutiges Ergebnis liefern kann. Für die Interpretation von Phosphatergebnissen ist natürlich auch eine gute bodenchemische Grundkenntnis notwendig. So erfährt beispielsweise eine ganzjährig mit Weidevieh bestandene Nutzfläche keine Phosphatanreicherung, da ein geschlossener Kreislauf vorliegt. Werden Nutztiere hingegen von Fläche zu Fläche getrieben, kann es zu einer Anreicherung kommen. Dementsprechend lassen sich Landnutzungssysteme aus Bodenproben ableiten. Im on-site-Bereich steigen die Phosphatwerte stark an. Im metallzeitlichen bis römischen Gra-



bungsareal WW 128 wurden Phosphatproben innerhalb eines spätlatènezeitlichen Hauses genommen (Abb. 18, Stelle 470). Zum Vergleich erfolgte eine Beprobung innerhalb einer weitgehend diffusen Befundstreuung (Abb. 18, Stelle 660). Die Ergebnisse zeigen innerhalb der Behausung relativ hohe Phosphatgehalte. Eine Raumaufteilung in z. B. Stall- und Wohnbereich lässt sich auf Basis der Phosphatwerte jedoch nicht vornehmen. Die Vergleichsfläche zeigt zwei

17 Phosphatgehalte in verschiedenen Sedimenten des Rheinlands; blaue Linie: Grenze zwischen natürlichen und anthropogen erhöhten Werten.

18 Phosphatverteilung innerhalb der Grabung WW 128, Stellen 470 und 660.



Konzentrationen mit etwas erhöhten Phosphatgehalten. Weite Teile der Untersuchungsfläche weisen hingegen deutlich niedrigere Gehalte auf. Vermutlich ist die Siedlungsschicht der untersuchten Stelle bereits der Erosion anheimgefallen. Bei guter Befunderhaltung liefert die Phosphatbestimmung auf Flächengrabungen sehr gute Ergebnisse.

Ehemalige Landnutzungen sind in vielfältiger Weise in Sedimenten gespeichert. Durch die Verknüpfung der beiden hier vorgestellten Methoden sowie weiteren Analyseverfahren kann aus den jeweiligen archäologischen Kontexten ein Ansatz zur Rekonstruktion der Kulturlandschaftsentwicklung erstellt

werden. Gegenüber der reinen Befundmitteilung ist als Ergebnis eine ganzheitliche Einbettung in den Gesamtkontext möglich.

Literatur: P. GOLDBERG/R. I. MACPHAIL, *Practical and theoretical geoarchaeology* (Blackwell 2006). – U. HEINRICH, *Vergleichende Untersuchungen zur optimalen siedlungshistorischen Bodenphosphatbestimmung. Ergebnisse von Phosphatuntersuchungen in Schuby, Kreis Schleswig-Flensburg. Offa 44, 1987, 185–247.* – A. RÖPKE/R. KROPP/S. SCHAMUHN/C. WYGASCH, *Ein Altarm der Inde als Spiegel der Umwelt des späten Mittelalters und der frühen Neuzeit. Arch. Rheinland 2008 (Stuttgart 2009) 167–169.*

RHEINLAND

Die Nutscheidstraße – ein optimaler Naturweg

Irmela Herzog

Zu den ältesten Verkehrsverbindungen im Rheinland zählt die Nutscheidstraße, die im weiteren Verlauf als Römerweg bezeichnet wird. Es gibt Hinweise, dass diese Fernstraße von Bonn über Olpe nach Paderborn bereits während der Bronze- und Eisenzeit genutzt wurde. Der Nutscheid ist ein Höhenzug, der sich als Wegeverbindung anbietet, wenn feuchte Bach- und Flusstäler vermieden werden sollen. Man spricht von einem Naturweg, weil keine oder nur wenige Konstruktionsarbeiten wie Straßenbefestigungen oder Brücken notwendig waren, um diese Verkehrsverbindung zu nutzen.

Ziel der Untersuchung ist es aufzuzeigen, ob moderne Computermethoden geeignet sind, den Verlauf

solcher häufig nur noch punktuell archäologisch fassbarer Verkehrswege zu rekonstruieren. Studien in verschiedenen Ländern haben Vergleichbares bereits versucht, entsprechende Rechenverfahren sind in mehreren kommerziell oder sogar frei verfügbaren Geographischen Informationssystemen im Angebot. Doch für die Nutscheid kam selbstentwickelte Software zum Einsatz, da die bisher verfügbaren Programme erhebliche Nachteile aufweisen.

Die vorliegende Untersuchung konzentriert sich auf den Straßenabschnitt zwischen Hennef-Geistingen (65 m ü. NN) und Olpe (310 m ü. NN) mit einer Luftlinienentfernung von ca. 50 km. Hennef-Geistingen wurde gewählt, weil hier der Übergang in das weniger dicht besiedelte Umland von Bonn erfolgt und mit der Bestattung eines adeligen Kriegers der jüngeren Bronzezeit ein Hinweis auf die ältere Nutzung der Straße vorliegt. Olpe ist eine wichtige Zwischenstation, kurz hinter der Grenze zu Westfalen.

Ein sog. optimaler Weg ist dadurch gekennzeichnet, dass ein vorgegebenes Ziel mit einem Minimum an Aufwand zu erreichen ist. Den Aufwand kann man in Zeit oder verbrauchter Energie messen. Vergleichbare archäologische Untersuchungen verwenden verschiedene Funktionen zur Aufwandsschätzung, wobei meist die Überwindung von Steigungen als die Hauptkomponente angesehen wird. Um die Steigungen zu ermitteln, ist ein sog. digitales Geländemodell (DGM) erforderlich, bei dem die Höhenpunkte in einem regelmäßigen Gitter angeordnet sind. Hier wurde das ASTER-DGM verwendet, das NASA und METI kostenfrei zur Verfügung stellen. Die Auflösung beträgt ca. 25 m. Ein solches DGM gibt die heutige Geländeoberfläche wieder, wobei mäandrierende Flüsse, Berg-

19 ASTER-DGM und Gewässernetz zwischen Hennef und Olpe.

