

Geoarchäologie – Informationen aus den Böden

Renate Gerlach

Das geoarchäologische Netzwerk im Rheinland
Wenige Jahre nach seiner Gründung etablierte das damalige Rheinische Amt für Bodendenkmalpflege 1991 als erstes archäologisches Landesamt in Deutschland eine neue Stelle für Geologie und Bodenkunde in der Archäologie, zu einem Zeitpunkt, als das Fachgebiet Geoarchäologie – die Untersuchung archäologischer Phänomene mit den Methoden und Kenntnissen der Geowissenschaften – in der deutschen Wissenschaftslandschaft noch nahezu unbekannt war. Das Fundament dafür war allerdings schon seit Längerem durch eine projektbasierte Zusammenarbeit von Archäologie, Geologie, Bodenkunde und Geographie auf archäologischen Ausgrabungen gelegt worden. Stellvertretend hierfür seien die Arbeiten des Bodenkundlers Jörg Schalich im Rahmen der Erforschung des frühen Neolithikums auf der Aldenhovener Platte genannt. Die dauerhafte institutionelle Integration geowissenschaftlicher Expertisen in die Bodendenkmalpflege kam Anfang der 1990er Jahre zum richtigen Zeitpunkt, denn die Einführung des Verursacherprinzips, durch welches sich die Anzahl und Größe archäologischer Maßnahmen deutlich erhöhte, machte einerseits neue integrative Ansätze im Rahmen von Prospektion und Evaluierung von Fundplätzen notwendig. Andererseits eröffneten Verursachermaßnahmen, wie hektargroße Bau- und Industriegebiete oder kilometerlange ICE- und Gas-

1 Gasleitungstrasse westlich von Köln. Bht-Grube mit anbindendem Bht-Horizont, bedeckt von einem Kolluvium. Ein aufgehellerter Al-Horizont ist noch ansatzweise über dem Bht-Horizont erhalten.



leitungstrassen, bis dahin kaum mögliche raumgreifende Einblicke in die weitere Umgebung von Fundplätzen, die zu neuen Forschungsansätzen und Fragen führten.

Dadurch wurde die Bodendenkmalpflege auch zu einem Initiator und Koordinator von geoarchäologischen Forschungsvorhaben, was zu einem festen Netzwerk zwischen der rheinischen Bodendenkmalpflege und den geographischen bzw. bodenkundlichen Instituten und Laboren der Universitäten Aachen, Bonn und Köln sowie dem Geologischen Dienst NRW geführt hat. Als ein Ergebnis wurden in den letzten zehn Jahren 17 Abschlussarbeiten (Diplom, Magister, Bachelor) und sieben Dissertationen von der rheinischen Geoarchäologie vergeben oder betreut. Hinzu kommen enge Kooperationen mit naturwissenschaftlichen Nachbardisziplinen wie der Archäobotanik oder Dendrochronologie an der Universität zu Köln (vgl. Beitrag J. Meurers-Balke/A. Kalis/U. Tegtmeier und Th. Frank, 265–273).

Große Fortschritte sind in den letzten Jahren durch die Anwendung neuer geochemischer Analysen, Parameter und Datierungsmethoden an archäologischen Bodenresten gemacht worden. Die Ergebnisse haben dabei geholfen, den „Dreck“ selber, die Füllung von Gruben, Gräben und anderen archäologischen Befunden, als eine eigene archäologische Fundgattung zu etablieren (Arch. Rheinland 2006, 24–26; 2009, 22–24). Manche rätselhafte Befunde wie die rheinischen „Schwarzerderelikte“ konnten erst anhand ihres molekularen Inhalts und ihrer neuen Datierung entschlüsselt werden.

Die geochemische Entschlüsselung schwarzer neolithischer Gruben und Horizonte

Typisch für neolithische Befunde im Rheinland ist eine Füllung mit auffällig dunklem Bodenmaterial, welches als Relikt einer ehemals flächendeckend in der Lösslandschaft verbreiteten prähistorischen Schwarzerde galt (Arch. Rheinland 2008, 56–58). Schwarzerden sind Böden, die sich auf Löss infolge eines relativen trockenen Klimas und Steppenvegetation bilden und die eine exzellente Fruchtbarkeit aufweisen. In Deutschland kommen sie an der Oberfläche nur noch im Mitteldeutschen Trockengebiet, z. B. in der Magdeburger Börde, vor. So wohl für die Bodenkunde als auch die Archäologie sind Schwarzerden ganz besondere Böden, für die

einen, weil es der Hochertragsboden schlechthin ist, für die anderen, weil diese fruchtbaren Böden maßgeblich die Ausbreitung und den weiteren Erfolg der ersten bäuerlichen Landnahme (Linearbandkeramik 5300 v. Chr.) bestimmt haben sollen. Unter feuchteren Klimabedingungen sollen sie sich im Verlauf des Neolithikums zu den heutigen braunen Parabraunerden weiterentwickelt haben; nur noch wenige reliktische dunkle Horizonte (Bht-Horizonte) und die Bodenreste in den neolithischen Siedlungsbefunden (Pfosten, Gruben, Gräben) gelten als Zeugen der einstmalen flächigen Verbreitung. Zwar hatte die Archäobotanik längst belegt, dass es die Bildungsbedingung Steppenvegetation im Holozän in unseren Breiten nicht gegeben hat, aber die Bodenkunde fand plausible Modelle, in denen eine solche Schwarzerdegenese auch unter Wald funktionieren konnte.

Erst die Beobachtungen auf Gasleitungstrassen und großen Flächengrabungen deckten neue Zusammenhänge auf, die in kleineren Grabungen oder im Bohrstock nicht auszumachen waren: Der dunkle Bht-Horizont kam immer zusammen mit fundleeren Gruben vor, die mit dem gleichen Material gefüllt waren. Bei den Gruben handelt es sich nicht um Siedlungsbefunde, sondern um artefaktfreie offsite-Befunde unbekannter Funktion (Abb. 1).

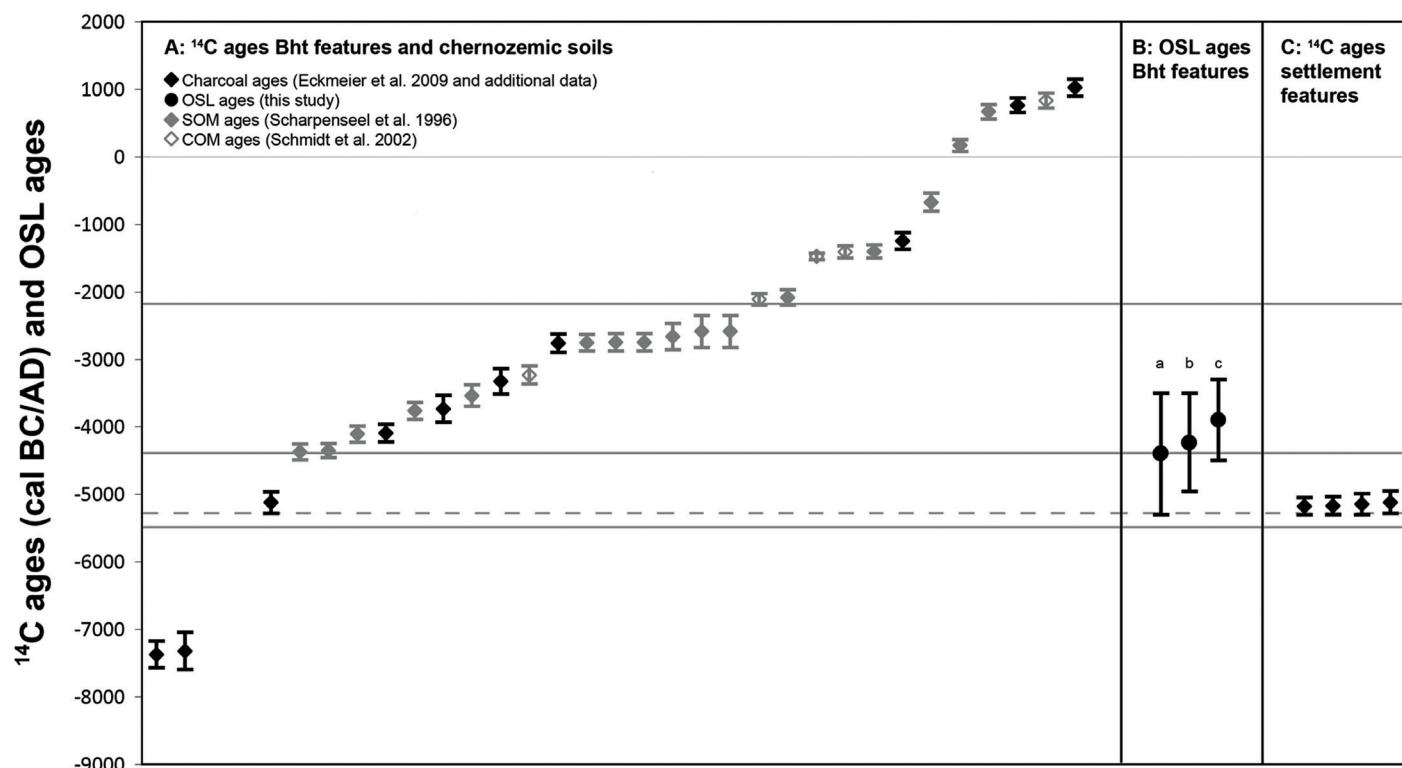
Die Existenz von Horizonten und dunkel gefüllten Gruben, die wegen ihrer Fundleere ursprünglich als natürliche Phänomene gedeutet wurden (Baumwürfe, Verwitterungstaschen, Bodenreste, etc.), waren nicht an trockenes Klima, Löss oder Schuttlagen gebunden. Zudem bilden sie dunkle Inseln in den sie umgebenden normalen Parabraunerden.

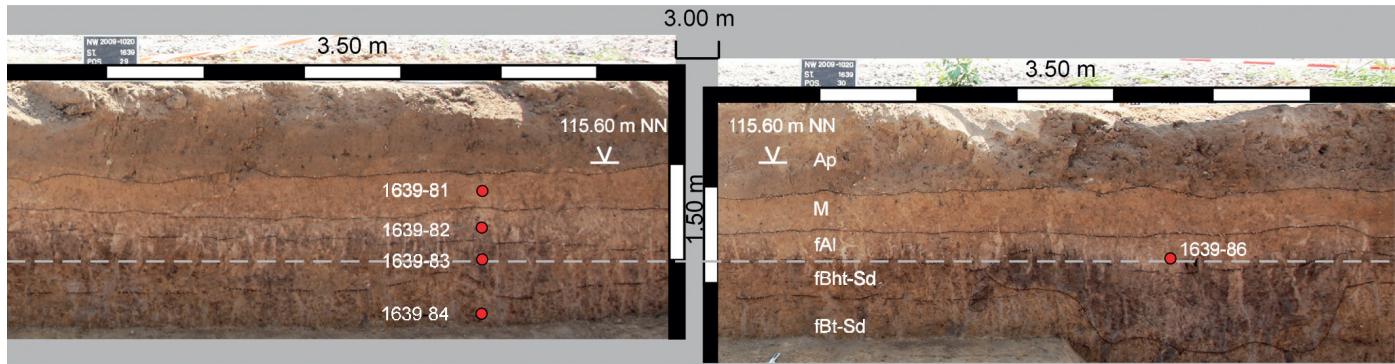
Alle diese Beobachtungen ließen sich nur schlecht mit einer natürlichen Schwarzerdegenese, stattdessen aber mit einer anthropogenen Entstehung in Einklang bringen. Wodurch und wie eine solche anthropogene Beeinflussung geschehen sein sollte, blieb rätselhaft, bis sich die Spur des Feuers in den dunklen Horizonten nachweisen ließ.

Dabei kamen erstmals Methoden aus der organischen Geochemie, die ursprünglich für die Analyse heutiger Oberböden entwickelt worden waren, an archäologischen Proben zum Einsatz. Die dauerhafte Schwarzfärbung der dunklen Horizonte wurde demnach durch Black Carbon hervorgerufen. Diese unsichtbare, mikroskopisch winzige Holzkohle (pyrogener Kohlenstoff) wird aus der organischen Substanz eines Bodens durch hochenergetische UV-Photooxydation extrahiert und anschließend mittels Nuklear-Magnet-Resonanz (NMR)-Spektroskopie bestimmt.

Im Mittel betrug der Anteil pyrogenen Kohlenstoffs an der gesamten organischen Substanz der dunklen Horizonte und Grubenfüllungen ein gutes Drittel und war maßgeblich für die Farbe verantwortlich. Dass die dunklen Bodenreste massiv durch Feuer beeinflusst sind, bestätigte ein weiterer molekularer Brandmarker in Form von Lipiden. Lipide sind organische Verbindungen, z. B. Wachse und Fette, die zumeist von Pflanzen abstammen und sich teilweise sehr lange im Boden erhalten können. Zu dieser Stoffgruppe zählen auch die Kohlenstoff-Ketten der n-Alkane, sie wiesen in den rheinischen Schwarzerderelikten ein ungewöhnliches Muster auf, welches jenem entspricht, das bei der unvollständigen Verbrennung von Pflanzenmaterial bei Temperaturen

2 ¹⁴C-Alter (cal BC/AD) von Makro-Holzkohlen (>1 mm) aus Bht-Befunden (Abschnitt A = schwarze Rauten) und aus frühneolithischen Siedlungsbefunden (Abschnitt C = schwarze Rauten) aus dem Rheinland; sowie aus der organischen Substanz (SOM) deutscher Schwarzerdeböden (graue Rauten; nach Scharpenseel u. a. 1996) und aus verbrannter organischer Substanz (COM) deutscher Schwarzerdeböden (weiße Rauten; nach Schmidt u. a. 2002). In Abschnitt B sind zusätzlich die OSL-Altersspannen für a = Bht-Horizont Rommerskirchen-Gillbachaue, b = Bht-Horizont Düren-Arnoldsweiler-Ellebach und c = Al-Horizont Düren-Arnoldsweiler-Ellebach dargestellt.





3 Düren-Arnoldswiler, Profil mit OSL-Proben. Der dunkle Bht-Horizont ist mit einer Bht-Grube verbunden. Beide sind von einem jüngeren Kolluvium bedeckt (M-Horizont). Dadurch hat sich auch der Bleichhorizont Al erhalten. OSL-Alter vor heute: 1639-81 (M) = 2120 ± 240 Jahre; 1639-82 (Al) = 4300 ± 430 ; 1639-83 (Bht) = 6230 ± 730 ; 1639-84 (Bt) = $18\,900 \pm 2000$; 1639-86 (Grube) = 5900 ± 600 .

zwischen 400 und 500° C entsteht. Da in unseren natürlichen Laubwäldern Feuer ohne die Beteiligung des Menschen nahezu ausgeschlossen sind, musste es sich um anthropogene Brände handeln. Die ¹⁴C-Datierung der wenigen sichtbaren Holzkohlen in den schwarzen Horizonten und Gruben und des Black Carbon ergab eine Häufung der Daten in der Zeit des Jung- und Endneolithikums (4400–2200 v. Chr.; Abb. 2).

Genau für diesen Zeitraum hat die Archäobotanik Hinweise auf eine ausgedehnte Nutzung von Feuer in der Landwirtschaft, sowohl in Nord- (Trichterbecherkultur) als auch in Süddeutschland. Im Rheinland lässt sich anhand der archäobotanischen Daten in diesem Zeitraum eine Wandlung der natürlichen Wälder in vom Menschen beeinflusste Wirtschaftswälder beobachten, die am Ende des Neolithikums zu einer stark aufgelichteten „Parklandschaft“ führte. Feuer kann hierbei eine entscheidende Rolle gespielt haben, zusammen mit einer intensiven Waldviehweide.

Die Umdeutung der Schwarzerderrelikte in archäologische Befunde hatte ganz unmittelbare Auswirkungen auf den Grabungsalltag der Bodendenkmalpflege, denn die dunklen Horizonte und dazugehörigen fundleeren Gruben wurden zuvor ganz überwiegend als natürliche Bodenreste angesehen und daher nur selten in die archäologische Dokumentation einbezogen. Nunmehr gelten sie als eine neue archäologische Fundgattung, die zu den raren Hinterlassenschaften prähistorischer Nutzungsareale zählen.

Neue Datierungsmöglichkeiten mit OSL (Optisch stimuliert Lumineszenz)

Während Geländeefunde, organo-geochemische und ¹⁴C-Daten bereits eine anthropogene Schwarzfärbung der Böden im Rheinland belegte, hatte bis vor kurzem kein Zweifel daran bestanden, dass es sich beim Ausgangsgestein der dunklen Bht-Horizonte um den Löss der letzten Kaltzeit handelt. Neuere Datierungen mit der Optisch Stimulierten Lumineszenz-Methode (OSL) führten allerdings zu einem unerwarteten Ergebnis.

Mit der Lumineszenz-Messung wird – verkürzt ausgedrückt – der letzte Belichtungszeitraum, d. h.

der letzte Ablagerungszeitraum eines Sediments gemessen (Arch. Rheinland 2009, 54–56; 2010, 26–28). Dies kann die Ablagerung von Löss sein oder eines Kolluviums oder Auelehms, aber auch die Verfüllung einer Grube. Die OSL-Datierung von Bht-Horizonten ergab überraschenderweise nicht das erwartete glaziale Alter, sondern ein viel jüngeres, nämlich neolithisches Alter von 6200 ± 700 Jahren vor heute, nahezu genauso datierte die Füllung einer der anbindenden dunklen Gruben mit 5900 ± 600 Jahren vor heute (Abb. 3; Arch. Rheinland 2010, 65–68).

Die anthropogene brandbeeinflusste Bodenbildung, die zur Ausbildung eines dunklen Bodens geführt hat, der irrtümlich für eine natürliche Schwarzerde gehalten wurde, findet demnach nicht in einem alten Löss, der sich darunter befindet, statt (vgl. Abb. 3), sondern bereits in einem Kolluvium, das erst infolge von Rodung und Ackerbau abgeschwemmt wurde. Wahrscheinlich geschah auch dies im Zuge der über die molekularen Feuermarker nachgewiesenen jung- und endneolithische Brandwirtschaftsweise.

Wie die obigen Datierungen zeigen, lässt sich mit der OSL-Methode zwar nur ein Zeitraum angeben, aber sie ermöglicht tatsächlich, die Ablagerung eines Sedimentes bzw. den Vorgang der Verfüllung zu bestimmen. Sowohl Keramik als auch Holzkohlen können hingegen bereits länger im Boden gelegen haben und erst Jahrhunderte bis Jahrtausende später durch den grabenden Menschen oder durch Bodenerosion in weit jüngere Verfüllungen und Sedimente geraten sein und so einen falschen Datierungsansatz liefern.

Neue Techniken lassen darüber hinaus weitergehende archäologisch relevante Aussagen zu. Auf Grundlage der Single Aliquot Technik, bei der man viele kleine Proben mit nur jeweils wenigen Mineralkörnern misst, können verschiedene Alterspopulationen unterschieden werden. Verschiedene Alterspopulationen sind z. B. typisch für zugeworfene oder -geschaufelte Gruben, da bei dem Akt der Verfüllung auch älteres nicht belichtetes Material in die Grube kommt. Statistische Auswertungen ermöglichen dann die Bestimmung des wahrscheinlichsten Verfüllungsalters. Damit ist aber auch eine

Aussage über die Art des Transportes und der Ab Lagerung generell möglich (geflossen, geworfen – langsame oder schnelle Verfüllung).

So zeigte die Alterspopulationen für das Ausgangssediment des oben erwähnten dunklen neolithischen Horizontes auf der Grabung Düren-Arnoldsweiler eine unvollständige Bleichung an, was u. a. auf einen raschen Transport in einem schlecht belichteten Hangabtragungssediment (z. B. nach einem Starkregen) hinweisen könnte. Die Werte für die benachbarte Grubenfüllung, bei der eine einzige Alterspopulation dominierte, sprechen hingegen für ein sehr gut belichtetes Sediment, welches kaum noch Minerale mit älterer Signatur enthält. Die Grube muss also längere Zeit in einer gerodeten offenen Landschaft existiert haben und langsam mit ausreichender Zeit zur Belichtung von den Rändern her zugeflossen sein.

Digitale Geländemodelle helfen bei der Entdeckung eines vergessenen Kleinbergbaus im Rheinland

Eine der Hauptaufgaben der Geoarchäologie im Rahmen der Bodendenkmalpflege war von Beginn an die Überprüfung der Bodenoberfläche im Bereich von Fundstellen auf nachträgliche Störungen und Eingriffe wie Bodenabträge, Anschüttungen oder Ähnliches, welche die Qualität der Fundstelle mindern könnten.

Was als Routineaufgabe begann, wendete sich wiederum aufgrund der Beobachtungen in den großen Trassenaufschlüssen rasch zu einer neuen Herausforderung für die Bodendenkmalpflege, denn dort entdeckte man eine große Anzahl von Gruben und Schächten (Abb. 4). Diese sind die Relikte eines ehemals weit verbreiteten, heute aber im Bewusstsein der Bevölkerung nahezu völlig vergessenen bäuerlichen Kleinbergbaus, welcher z. B. die Rohstoffe Lehm, Mergel, Sand zum Ziel hatte. Das Material wurde entweder obertägig in offenen Gruben (Lehmabbau) oder untertägig im Schachtbergbau (Mergelabbau) in drei bis fünf, sternförmig vom Schacht abgehende Stollen gefördert, die bis zu 2 m hoch und 5–6 m lang waren.

Der Lehm diente vor allem seit dem 19. Jahrhundert für die Ziegelproduktion. Der kalkhaltige Mergel wurde von den Bauern als Dünger eingesetzt. Mergeln war zwar bereits seit der römischen Zeit bekannt, wurde aber verstärkt infolge der Reformbemühungen in der Landwirtschaft ab dem 18. Jahrhundert betrieben.

Wenn diese Abbaustellen nicht oder nur unvollständig verfüllt wurden oder im Fall von Mergelkämmern später einbrachen, sind sie als schwache Eindellungen an der Oberfläche noch erkennbar. Solche abflusslosen Hohlformen, mit Durchmessern zwischen einigen wenigen Dezimetern bis 200 m und einer Tiefe zwischen 0,5 und 2 m, sind vor allem in der Lösslandschaft zahlreich zu be-

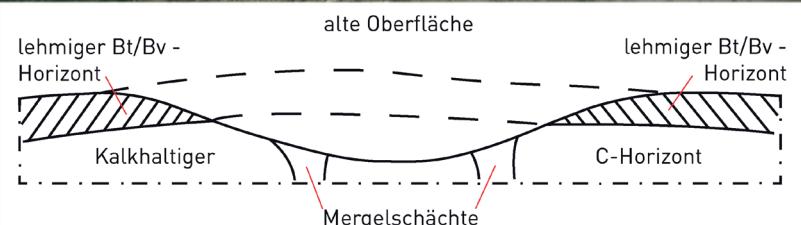
obachten und bereits auf Topographischen Karten unschwer auszumachen.

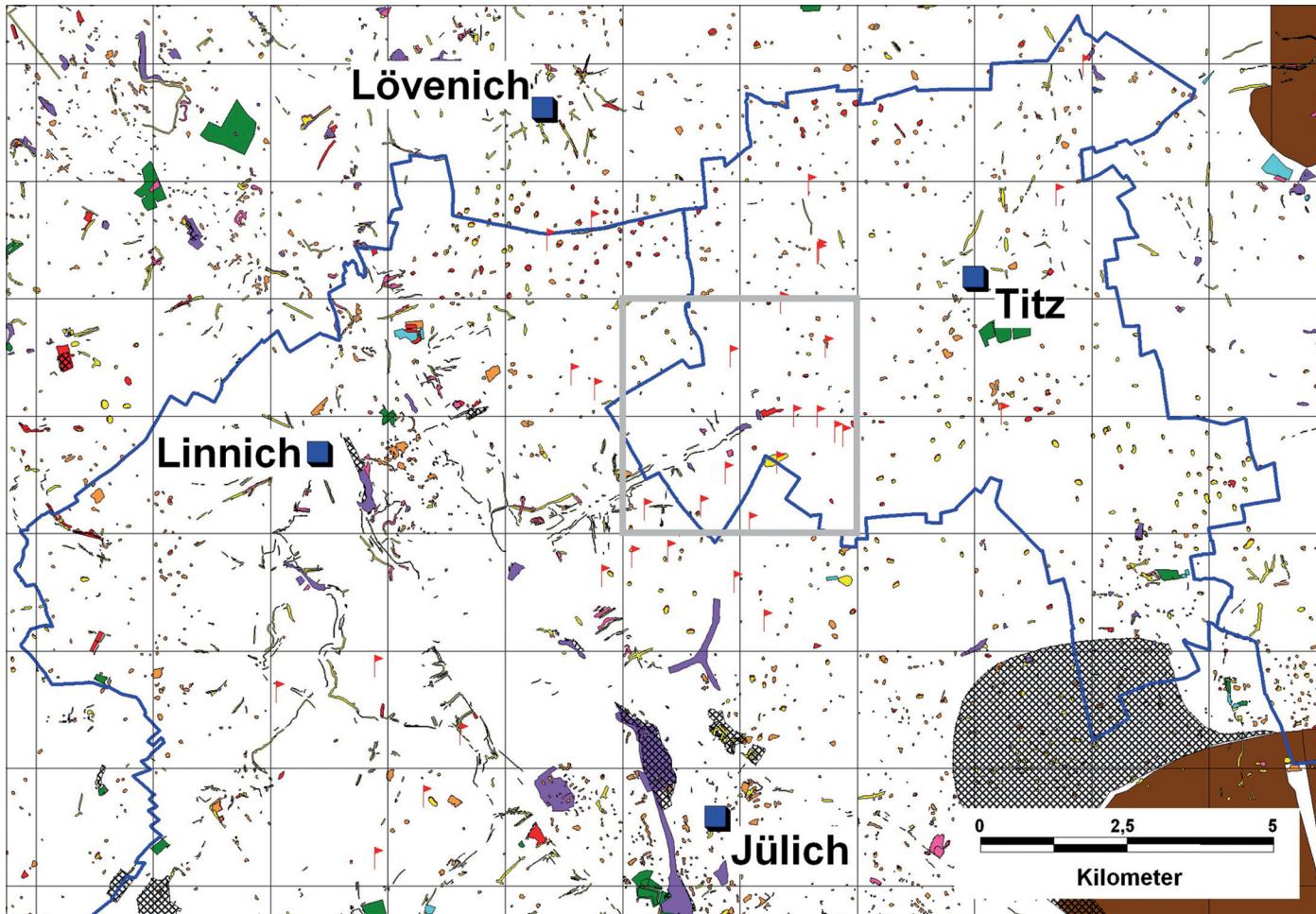
Von Seiten der Geowissenschaften wurden sie ganz überwiegend als Reste eines Frostbodens aus der letzten Kaltzeit gedeutet. Man konnte sich schlicht nicht vorstellen, dass der Mensch so viele Löcher hinterlassen haben sollte. Erst die Ausgrabungen offenbarten ihren wahren Charakter. Keramik, wie grün glasierte Ware aus dem 19. Jahrhundert, und vor allem der unverwitterte, frische Charakter des eingefüllten Bodenmaterials, datieren die Befunde in den meisten Fällen in einen recht jungen, frühneuzeitlichen und neuzeitlichen Zeitraum. Die hin und wieder auftretende Vergesellschaftung der abflusslosen Hohlformen mit Flurnamen wie „Mergelskuhle“ oder „Lehmkaule“ bestätigen ihre Entstehung als Entnahmegruben.

Die Entdeckung der massenhaften Existenz solcher Entnahmegruben hat für die Archäologie zwei Seiten: Zum einen stellen sie Relikte der Kulturlandschaft dar und verraten etwas über ein historisches Alltagsgewerbe, zum anderen stören und zerstören sie aber auch ältere Fundstätten und nicht selten ist das eingefüllte Bodenmaterial mit Funden wie urgeschichtlicher Keramik oder römischen Ziegeln angereichert, die einen älteren Fundplatz vortäuschen können. Die Herausforderung für die Geoarchäologie lag nun darin, diese Eingriffe im Vorfeld von archäologischen Maßnahmen zu erkennen. Klassische Geländemethoden wie Feldkartierungen und Bohrungen sind aufgrund ihres Zeit- und Arbeitsaufwandes dafür nicht geeignet.

Die Lösung kam von Seiten der wissenschaftlichen EDV aus unserem Haus (vgl. Beitrag I. Herzog,

4 Pulheim-Geyen, Gasleitungstrasse. Unverfüllte Lehmgrube, abgebaut wurde der lehmige Horizont einer Parabraunerde. Von der Basis aus wurden noch Mergelschächte in den kalkhaltigen Untergrund getrieben.





5 Ausschnitt aus der Materialentnahmegruben-Datenbank (MatDat) des LVR-Amtes für Bodendenkmalpflege im Rheinland für den nördlichen Teil des Kreises Düren (blau: Kreisgrenze und Gemeindegrenze Titz). Kartiert wurden neben den abflusslosen Hohlformen auch bekannte Abgrabungen (z. B. Tagebaue, Kiesgruben), Hohlwege und einige Bodenaufträge (lila). Die verschiedenen Farben verweisen auf die unterschiedlichen Kartenstände und -arten. Rote Fähnchen: Fundmeldungen von Schachteinbrüchen.

260–264). Die abflusslosen Hohlformen werden zunächst anhand verschiedener moderner und historischer Karten (Grundkarten, topographische Karten, Geologisch-bodenkundliche Karten) detektiert und mithilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS) in der Materialentnahmegruben-Datenbank, kurz MatDat, gesammelt. Eine solche Basiskartierung zeigt bereits einen Großteil der bergbaulichen Relikte (Abb. 5). Die mit Abstand beste Quelle, um alte Abgrabungen in der Lösslandschaft in Form der abflusslosen Hohlformen zu erkennen, sind allerdings digitale Geländemodelle (DGM), wie das gängige DGM10 mit seinem 10-m-Raster von Lage- und Höhenpunkten (Bezirksregierung Köln, Geobasis NRW). Bei einer Darstellung als Schattenrelief-Karte kommen selbst Abbaustellen an Hängen zum Vorschein, die auf den Topographischen Karten nicht zu erfassen sind. Weder die heutige Nutzung noch die Bodenkarte zeigen in der Regel die Störungen des Untergrundes an, die erst auf dem digitalen Geländemodell sichtbar werden. Häufig zeigt sich auch, dass der tatsächliche Umriß einer auf der Topographischen Karte scheinbar runden Hohlform eher eckig ist und es regelrechte Ein- und Ausfahrten gibt (Abb. 6).

Inzwischen ist die Bedeutung der MatDat über den eigentlichen Zweck der Evaluierung von Fundstel-

len im Rahmen der Bodendenkmalpflege hinaus gewachsen. Denn die Ausweitung von Siedlungsraum in ländliche Regionen, zusammen mit verstärkten Klimaextremen wie Frost und Starkregen, aber auch die Anlage von Gartenteichen führt in der Lösslandschaft dazu, dass bislang noch stabile alte Mergelkammern im Untergrund einbrechen und eine zunehmende Gefahr darstellen. Die MatDat kann zwar solche Tagesbrüche nicht vorhersagen, sie kann aber die weite Verbreitung dieses vergessenen Kleinbergbaus aufzeigen und dabei helfen, in den besonders betroffenen Regionen für dieses Phänomen zu sensibilisieren.

Kann man künftig mit Farbe und Geochemie datieren oder die Weideflächen der Prähistorie erkennen?

All diese neuen Ansätze, Analyse- und Auswertungsmethoden haben unseren Kenntnisstand über die prähistorische und historische Landschaft erheblich erweitert und überraschende Ergebnisse wie den oben erwähnten frühen Einfluss des Menschen auf die Bodenentwicklung oder die Entdeckung des Kleinbergbaus in der Lösslandschaft zutage gefördert. Alle diese Ergebnisse wären ohne die drei Voraussetzungen – große Ausgrabungsflächen im Rahmen der Bodendenkmalpflege, Forschungs-



6 Lösslandschaft bei Baesweiler. Luftbild (links) und Bodenkarte (Mitte) des 2 km² großen Gebietes lassen kaum Störungen erkennen. Das digitale Geländemodell (rechts) zeigt, wie durchlöchert die Oberfläche in Wirklichkeit ist.

kooperation mit Fachinstituten und Anwendung neuer Labormethoden – nicht möglich geworden. Zurzeit arbeiten unsere universitären Partner auf der Grundlage von Proben und Fragestellungen aus rheinischen Ausgrabungen u. a. an dem Versuch, mithilfe von spektroskopischen Farbmessungen etwas über das Alter und die Inhaltsstoffe von archäologischen Befundfüllungen zu erfahren (Projekt: E. Eckmeier, Universität Bonn).

Es werden neue Methoden entwickelt, um anhand von Lipidmustern Fäkalien und damit Beweidung und Düngung in prähistorischen Bodenresten nachzuweisen (AG Amelung, Universität Bonn).

An der RWTH Aachen wird die bereits existierende größte Datenbank zu geochemischen und sedimentologischen Daten aus archäologischen Bodenproben in Deutschland weiter ausgebaut. Sie ermöglicht es bereits jetzt, Befundfüllungen aufgrund einer Multielementanalyse stratigraphisch einzuordnen und Bodeneigenschaften in der Umgebung prähistorischer Fundstellen zu rekonstruieren (Projekt: J. Protze, AG Lehmkuhl, RWTH Aachen).

Auch der verstärkte Einsatz von OSL-Datierungen hat bereits zu weiteren überraschenden Ergebnissen, wie der Identifizierung eines hochmittelalterlichen Plaggenesch geführt und verspricht weitere Fortschritte in der Zukunft.

Eine neue Datierungsoption, die z. Zt. intensiv auf rheinischen Ausgrabungen getestet wird, stellt die Archäomagnetik dar. Dabei wird die nach einem Brand (z. B. bei Feuerstellen oder Öfen), aber auch die nach Ablagerung eines Schwemmsedimentes (z. B. Kolluvien) quasi eingefrorene Ausrichtung magnetischer Teilchen gemessen und mit einem zuvor erstellten „Kalender“ der steten Variationen des Erdmagnetfeldes aus den letzten Jahrtausenden verglichen. Gerade bei gebrannten Befunden ergeben sich dabei erstaunlich exakte Alterseinstufungen.

Zu den bereits begonnenen Zukunftsaufgaben gehört aber auch der Blick über die Landesgrenzen. Kooperationen mit Nachbarländern sowie steter Austausch mit Kolleginnen und Kollegen aus Archäologie, Bodenkunde und Geoarchäologie europaweit helfen der rheinischen Bodendenkmalpflege, da der prähistorische Siedlungsraum nicht an den Grenzen heutiger Bundesländer und Staaten endete.

Dabei bleibt allerdings immer der wichtigste Ort für die interdisziplinäre Kooperation und die Gewinnung neuer Ergebnisse die Ausgrabung selber. Hier gelingt die Kommunikation zwischen Archäologie und Naturwissenschaften am einfachsten und besten.

Literatur

H. Baumewerd-Schmidt / R. Gerlach, Von Restfundstellen und Scheinfundstellen. Ergebnisse einer Grabenbetreuung in der Lößlandschaft. *Arch. Inf.* 24/1, 2001, 13–19. – H. R. Bork / H. Meller / R. Gerlach (Hrsg.), Umweltarchäologie – Naturkatastrophen und Umweltwandel im archäologischen Befund. Tagungen Landesmus. Vorgesch. Halle (Saale) 6 (Halle 2011). – R. Gerlach, Oberflächennaher Abbau von Lehm, Mergel und anderen Sedimenten – Auswirkungen auf die Tagesoberfläche im Lössgebiet aus archäologischer Sicht. In: RWE-Power AG (Hrsg.), Tagungsband – Bergschadensforum 2012 (im Druck). – Dies. / E. Eckmeier, Das Problem der Schwarzerden im Rheinland im archäologischen Kontext. In: A. Stobbe / U. Tegtmeier (Hrsg.), Verzweigungen – Eine Würdigung für A. J. Kalis und J. Meurers-Balke. Frankfurter Arch. Stud. 18 (Bonn 2012) 105–124. – R. Gerlach / P. Fischer / E. Eckmeier / A. Hilgers, Buried dark soil horizons and archaeological features in the Neolithic settlement region of the Lower Rhine Area, NW Germany: Formation, geochemistry and chronostratigraphy – Quaternary Internat. 265, 2012, 191–204. – H. W. Scharpenseel / F. Pietig / H. Schiffmann / P. Becker-Heidmann, Radiocarbon dating of soils: Database contribution by Bonn and Hamburg. Radiocarbon 38, 1996, 277–293. – M. W. I. Schmidt / J. O. Skjemstad / E. Gehrt / I. Kögel-Knabner, Charred organic carbon in German chernozemic soils. *Europ. Journal Soil Science* 50, 1999, 351–365.

Abbildungsnachweis

1–2 aus: R. Gerlach / E. Eckmeier 2012, 113 Abb. 6; 116 Abb. 7. – 3 aus: R. Gerlach / P. Fischer / E. Eckmeier / A. Hilgers 2012, 196 Abb. 5. – 4 Foto / Zeichnung: R. Gerlach, aus: H. Baumewerd-Schmidt / R. Gerlach 2001, 15 Abb. 4; 16 Abb. 5. – 5 R. Lubberich / LVR-Amt für Bodendenkmalpflege (LVR-ABR), Daten MatDat / LVR-ABR. – 6 [®]Geobasis NRW; Geologischer Dienst NRW, 6c Bearbeitung: I. Herzog / LVR-ABR.