

Überlegungen zum Stand der Archäobotanik

Arie J. Kalis, Helmut Kroll, Jutta Meurers-Balke und Ursula Tegtmeier

Zusammenfassung – Die Stellung und die Aufgaben der Archäobotanik innerhalb der deutschen archäologischen Forschung werden aus der Sicht der Paläoethnobotanik und der Archäopalynologie beleuchtet. Dabei werden nicht nur einzelne Forschungsergebnisse aufgezeigt, sondern vor allem die Fortschritte der letzten 25 Jahre, die die Archäobotanik methodisch weitergebracht haben. Ein Pflanzenrest auf einer archäologischen Ausgrabung ist ein archäologischer Fund, und die sachgerechten Bearbeitungen aller Materialgruppen des Fundmaterials müssen als Teile eines Ganzen gesehen werden.

Schlüsselwörter – Archäobotanik, Archäopalynologie, Paläoethnobotanik.

Abstract – The position and purpose of archaeobotany in German archaeological research is discussed from the point of view of paleoethnobotany and archaeopalynology. Some specific research results are considered, with particular emphasis on the progress made over the past 25 years which has led to greatly improved archaeobotanical methods. Plant remains found during an archaeological excavation are archaeological finds and the proper investigation of every type of material found must be seen as part of archaeological research as a whole.

Keywords – Archaeobotany, archaeopalynology, paleoethnobotany.

Zum Verständnis ökonomischer, technischer und letztlich auch gesellschaftlicher Strukturen und Entwicklungen sind Kenntnisse über Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt unerlässlich. Ein maßgeblicher Wissenschaftszweig zur Beantwortung dieses Themenkomplexes ist die Archäobotanik, die mit der Untersuchung von Pflanzenresten in Zusammenhang mit archäologischen Ausgrabungen einen Beitrag zum Lebensbild vergangener Menschheitsepochen liefert.

In diesem Beitrag sollen die Stellung und die Aufgaben der Archäobotanik innerhalb der deutschen archäologischen Forschung näher beleuchtet werden. Recht selbstverständlich ist die Archäobotanik – ebenso wie auch andere naturwissenschaftliche Disziplinen – auf Forschungsgrabungen vertreten; berühmte Beispiele dafür gibt es schon aus den 1960er Jahren, z.B. Feddersen Wierde (KÖRBER-GROHNE 1967), Halthabu (BEHRE 1969). Häufig erscheint dagegen leider eine Art "Fußnotenarchäobotanik" ("wir danken Herrn/Frau ... für die Bestimmung"), die den archäobotanischen Aussagemöglichkeiten in keiner Weise gerecht wird. Wichtig ist uns (und die Autoren können und wollen nur ihre jeweils persönliche Sicht aufzeigen) die Einbindung der Archäobotanik in den archäologischen Alltag – und wir meinen damit nicht nur die Hinzuziehung von Archäobotanikern auf archäologischen Ausgrabungen und die Veröffentlichung ihrer Ergebnisse im Appendix, sondern auch und vor allem die Einbeziehung der archäobotanischen Erkenntnisse in das Geschichtsbild.

Zum Verständnis der heutigen Stellung der Archäobotanik innerhalb der "Archäologien" soll hier ein kurzer

forschungsgeschichtlicher Rückblick gegeben werden:

Zunächst waren Botaniker an Pflanzenresten aus urgeschichtlichen Ausgrabungen interessiert, da sie hiermit einen Einblick in die Entwicklungsgeschichte unserer Kulturpflanzen erwarteten (HEER 1865; BERTSCH & BERTSCH 1947; SCHIEMANN 1948; siehe dazu auch WILLERDING 1970; HOPF 1982; 1993). In vegetationsgeschichtlichen Arbeiten gaben archäologische Funde einen Zeitrahmen zur relativen Datierung der Waldgeschichte (Übersicht in FIRBAS 1949, 87-99). Darauf aufbauend konnte dann wiederum die Pollenanalyse als Methode zur relativen Datierung von archäologischen und geologischen Befunden herangezogen werden (z.B. SCHÜTRUMPF 1937/38). Diese für die Methodik des Faches wichtigen Arbeiten haben zu einem fundierten Wissen über die Geschichte der Kulturpflanzen und die Florengeschichte einzelner Regionen geführt. Für die frühen Arbeiten ist bezeichnend, daß das Interesse von Archäologen an den botanischen Ergebnissen eher die Ausnahme war, ebenso wie umgekehrt die Botaniker die archäologischen kulturgeschichtlichen Entwicklungen beim Verständnis der Vegetationsgeschichte weitgehend ignorierten.

In der zweiten Hälfte des 20. Jh. geriet das Alltagsleben urgeschichtlicher Menschen mehr in den Fokus der Archäologen, und ökonomische und siedlungsgeschichtliche Fragestellungen haben zu einer stärkeren gegenseitigen Wahrnehmung geführt. So entstanden einerseits große archäologische Forschungsprojekte, in denen botanische Untersuchungen eingebunden waren, beispielhaft sei hier wiederum die Feddersen

Wierde genannt (KÖRBER-GROHNE 1967). Auf der anderen Seite waren nun auch einige Botaniker für die Beziehung Mensch – Pflanze in der Vergangenheit aufgeschlossen. Ein wichtiger Vertreter dieser Richtung ist Ulrich Willerding, der das “ethno” einbrachte, indem er den von Hans Helbaek geprägten Begriff “Paläo-Ethnobotanik” in die deutschsprachige Literatur einführte (WILLERDING 1978).

Heute kommen Archäobotaniker zunehmend aus der Archäologie und “machen Archäologie mit der Quellengattung Pflanzenrest”. Es setzt sich immer mehr die – zutreffende – Auffassung durch, daß ein Pflanzenrest von einer archäologischen Grabung ein archäologischer Fund ist, der – ebenso wie Steine, Scherben, Knochen – sachgemäß geborgen und bearbeitet werden muß. Wir stecken heute mitten in der Entwicklung von der Archäobotanik zur Phytoarchäologie – ein Begriff, den erstmals der Niederländer J.P. PALS (1988) verwendet hat. Diese Forschungsrichtung geht archäologischen Fragestellungen nach, wobei sie die botanischen Quellen zu Rate zieht.

Das war vor 25 Jahren noch nicht so. In der Monographie “Ausgrabungen in Deutschland”, welche die seit dem Zweiten Weltkrieg in Deutschland erzielten Forschungsergebnisse darstellte, schrieb z.B. Maria HOPF (1975, 166): “Seit den dreißiger, besonders aber den fünfziger Jahren entwickelte sich daher in steigendem Maße eine engere Zusammenarbeit zwischen Prähistorikern und Botanikern aller Fachrichtungen: Pflanzengeographen, Pflanzensoziologen, Morphologen, Histologen, Genetikern, Systematikern, usw.; entsprechend vielseitig gestalteten sich die angewendeten Methoden und die Grundlagenforschung [...]” – von Archäobotanikern mit einem eigenständigen Forschungsschwerpunkt in der Archäologie war also noch keine Rede!

Auch in der Römer-Illustrierte zur Ausstellung “Das neue Bild der Alten Welt” 1975 gab es das Kapitel “Naturwissenschaft und Technik im Dienste der Archäologie”, also Naturwissenschaften als Hilfswissenschaften. Die Pollenanalyse wurde hier von Rudolf Schütrumpf als eine Datierungsmethode behandelt, die “gleichzeitig Rückschlüsse auf die Umweltverhältnisse und deren natürliche und künstliche Veränderungen im Verlauf der verschiedenen prähistorischen Kulturperioden” ermöglicht (SCHÜTRUMPF 1975, 295). Die paläoethnobotanischen Forschungen wurden von Karl-Heinz Knörzer vorgestellt: “Die Paläoethnobotanik ist eine junge Forschungsrichtung der Botanik. Sie untersucht in enger Zusammenarbeit mit der Archäologie die Geschichte der Kulturpflanzen und des Teiles unserer heutigen Pflanzenwelt, dessen

Entstehung und Entwicklung durch den Menschen beeinflusst worden ist” (KNÖRZER 1975, 301).

In diesem Jahr wurde zunächst in Berlin und dann in Bonn die Ausstellung “Menschen – Zeiten – Räume. Archäologie in Deutschland” gezeigt, in der 25 Jahre archäologische Forschung präsentiert wurde, und zwar – wie es das Faltblatt verheißt – “die spektakulärsten und spannendsten archäologischen Entdeckungen und Ausgrabungsergebnisse [...] aus allen 16 Bundesländern”. In dem begleitenden Katalog gibt es nun überhaupt keinen von einem Archäobotaniker geschriebenen Beitrag mehr, und wenn man die einzelnen Kapitel – oder gar die angefügten Literaturhinweise – durchforstet, so finden wir die von der Archäobotanik in den letzten 25 Jahren erzielten Forschungsergebnisse zwar bisweilen berücksichtigt, jedoch – natürlich aus unserem “archäobotanischen Blickwinkel” betrachtet – zumindest unterrepräsentiert.

Fallbeispiel: Pollen und Sporen

Die Pollenanalyse wurde in den 1920er Jahren als eine Methode zur Untersuchung der Waldgeschichte entwickelt. Daß der Mensch einen merkbaren Einfluß auf die vergangene Vegetationsentwicklung ausüben könnte, wurde so gut wie überhaupt nicht erwogen.

Ein erstes, vorrangiges Ziel der Vegetationsgeschichte war es, die charakteristische Abfolge der walddgeschichtlichen Abschnitte für die verschiedenen Landschaften in Mittel- und Nordwesteuropa zu erarbeiten. In seinen Grundzügen war dies Ende der 1930er Jahre erreicht; die entsprechende zusammenfassende Arbeit konnte allerdings erst nach dem Zweiten Weltkrieg erscheinen (FIRBAS 1949). Mit zunehmender Kenntnis der walddgeschichtlichen Entwicklung war die Basis geschaffen, archäologische Funde aus Mooren biostratigraphisch zu datieren. Das praktizierte als einer der ersten Rudolf Schütrumpf, der – als Pollenanalytiker direkt auf den Ausgrabungen mitwirkend – mit Hilfe der Pollenanalyse die spätpaläolithischen Fundstellen im Ahrensburger Tunneltal bei Hamburg in die verschiedenen Phasen des Spätglazials einordnete (SCHÜTRUMPF 1935). Durch die Verknüpfung von ur- und frühgeschichtlichen Funden mit der walddgeschichtlichen Entwicklung gelang es, ein relativchronologisches Gerüst aufzubauen, wobei die Vegetationsgeschichtler lediglich an einem zeitlichen Rahmen für die walddgeschichtlichen Ereignisse und die Archäologen nur an einer relativen Datierung der Moorfundstücke interessiert waren.

Einen direkten Bezug zur Wirkung des prähistorischen Menschen auf die Vegetation herzustellen, gelang 1937 Franz FIRBAS, indem er den Pollen von Getreide von dem Wildgras-Pollen unterschied. Damit konnte der Getreideanbau direkt pollenanalytisch erfaßt werden. Dieser Ansatz wurde bald darauf von dem Dänen Johannes Iversen wesentlich erweitert, als er die Bedeutung des Pollens verschiedener Unkräuter als Siedlungszeiger nachwies; außerdem konnte er auf überzeugende Weise die sehr charakteristischen Ausschläge der Baumpollenkurven im Pollendiagramm als Zeugnisse von Umweltveränderungen erläutern, welche durch die neolithischen Bauern ausgelöst worden waren (IVERSEN 1941). Mit diesem Konzept, vielmehr aber noch mit dem engen wissenschaftlichen Austausch mit den Archäologen Jørgen Troels-Smith und Axel Steensberg, war der Weg zur Archäopalynologie eingeschlagen (TROELS-SMITH 1942; 1954; IVERSEN 1949; 1973). Der archäopalynologische Interpretationsansatz von Iversen und Troels-Smith wirkte überaus inspirierend auf die pollenanalytische Forschung in den 1950er Jahren, was sich vor allem in der englischsprachigen Literatur niedergeschlagen hat, aber auch in Deutschland von einigen Pollenanalytikern aufgegriffen wurde (z.B. MÜLLER, H., 1953; AVERDIECK 1957).

Trotz dieser vielversprechenden Ansätze war in Deutschland die enge Zusammenarbeit zwischen Pollenanalytikern und Archäologen, und damit archäopalynologische Arbeiten, eher selten. Ein Grund dafür mag daran liegen, daß eines der wichtigsten Bücher unseres Faches, die 1949 und 1952 erschienene Waldgeschichte Mitteleuropas von Franz Firbas, trotz und vielleicht wegen seiner umfassenden und vielfältigen Argumentationen, eigentlich schwer zugänglich und für Nicht-Biologen, also für den Archäologen, kaum zu verstehen war. Es vermittelte aufgrund der komplexen Darstellung eher den – von Firbas mit Sicherheit nicht beabsichtigen – Eindruck, daß die wesentlichen Erkenntnisse zur Vegetationsgeschichte bereits vorliegen und wenig Raum für neue Fragestellungen bleibt. Zudem blickten zu dieser Zeit beide Forschungsrichtungen, die Archäologie und die Vegetationsgeschichte, recht unterschiedlich auf Raum und Zeit: Vegetationsgeschichtler haben, weil sie Profile aus Seen und Mooren untersuchen, einen diachronen Ansatz, der allerdings nur für das Gebiet in unmittelbarer Nähe des untersuchten Profils gilt. Archäologen dagegen beschäftigten sich mit eher kurzen Zeitabschnitten, das aber häufig großräumig. Einigen vegetationsgeschichtlich arbeitenden Pollenanalytikern war es durchaus klar, daß sich die Waldgeschichte des Holozäns nicht schlüssig erklären läßt,

ohne das Wirken des Menschen ins Kalkül zu ziehen. Zwar gab es durchaus aufgeschlossene, zur Diskussion bereite archäologische Fachleute, doch waren die Denkrichtungen so unterschiedlich, daß es nur ansatzweise zur konkreten Verknüpfung von Vegetations- und Siedlungsgeschichte kommen konnte. Im Grunde genommen wurden von diesen Pollenanalytikern Antworten auf siedlungsgeschichtliche Fragen gegeben, die die Archäologen damals nicht stellten; als Beispiel dafür sei auf die noch immer aktuellen Arbeiten von Ernst Burrichter verwiesen (BURRICHTER 1969; 1976). Erschwerend wirkte sich darüber hinaus die Tatsache aus, daß die Pollenanalysen in der Regel in Hochmooren oder größeren Seen, nämlich weit ab von den Siedlungsräumen, durchgeführt wurden. Die in Siedlungsnähe eher vorkommenden Niedermoore mit ihren hohen Anteilen an minerogenem Material und ihren komplexen Erhaltungsbedingungen für organisches Material galten als für pollenanalytische Untersuchungen wenig geeignet.

Ab den 1950er Jahren hatte sich im englischsprachigen Raum ein weites Feld für die Anwendung pollenanalytischer Untersuchungen in Zusammenhang mit archäologischen Fragen entwickelt (zusammenfassend: DIMBLEBY 1985), was mit dem Aufkommen der *New Archaeology* noch ausgeweitet wurde. Auch in Deutschland inspirierte dieser neue Blickwinkel die Archäologen, naturwissenschaftliche Aspekte vermehrt in die archäologische Forschung einzubeziehen. Maßgebend haben einige DFG-Großprojekte – Nordseeküstenprojekt, Aldenhovener-Platte-Projekt, Bodenseeprojekt – zum Aufschwung der Naturwissenschaften in der Archäologie beigetragen. Die Bedeutung dieser Großprojekte liegt, abgesehen von der finanziellen Unterstützung durch die DFG, vor allem darin, daß Archäologen und Naturwissenschaftler nicht länger unabhängig und getrennt voneinander arbeiteten (multidisziplinär), sondern daß alle ein gemeinsames Forschungsziel verband (interdisziplinär). Heute ist der archäologische Alltag ohne interdisziplinäre Arbeiten nicht mehr vorstellbar.

In diesem Aufschwung ist auch die Pollenanalyse eingebunden, nun allerdings in einer speziellen Ausrichtung, der Archäopalynologie. Die Archäopalynologie ist ein Zweig der Archäobotanik, der mit Hilfe der Analyse von Pollen und Sporen archäologischen Fragestellungen nachgeht. Dabei werden alle pollenführenden Ablagerungen, die eine Relevanz für die archäologische Fragestellung haben könnten, untersucht – auch wenn sie nicht zu den "klassischen" Untersuchungsobjekten der Pollenanalyse gehören. Als Untersuchungsobjekte bieten sich eine Vielfalt an

Befunden an; denn Pollen und Sporen haben sich nicht nur in Hochmooren und Seeablagerungen erhalten, sondern auch in Niedermooren, in Höhlen, in Brunnen, Kloaken und Gräben, in Böden, in begrabenen Landoberflächen, in Markt- und Straßenschichten, in abgeschlossenen Räumen, in Kontakt mit Metallobjekten, in Kopolithen. Aus archäologischer Sicht ist es wichtig, solche pollenführende Ablagerungen zu untersuchen, auch wenn sie für waldgeschichtliche und paläoökologische Studien häufig ungeeignet sind, können sie doch – manchmal unerwartete – Informationen zum Menschen und seinen Aktivitäten geben.

Die erweiterte Definition der Pollenanalyse stellt besondere Anforderungen an die Archäopalynologie, wobei Methode und Technik den jeweils spezifischen Befunden angepaßt werden und damit zwangsläufig oft vom traditionellen Vorgehensmuster abweichen müssen. Vielleicht erscheint dieser Hinweis überflüssig – aber unsere Erfahrungen mit der Archäopalynologie haben gezeigt, daß sie umso effektiver arbeiten kann, je enger das Verständnis und der wissenschaftliche Austausch zwischen Archäologen und Botanikern ist, um auf diese Weise ein multidisziplinäres Projekt zu einer interdisziplinären Auswertung zu führen.

Die drei wesentlichen Voraussetzungen für die archäopalynologische Auswertung sind: Chronologie, Kontextbezug, botanische Auflösung.

Chronologie

Ohne eine genaue zeitliche Einordnung der Pollenspektren ist Archäopalynologie nicht möglich. In vielen Fällen ist die Datierung bereits durch den untersuchten archäologischen Kontext gegeben. In Feuchtbodenbefunden sind meist auch Hölzer erhalten, deren – besonders in den letzten Jahrzehnten verfeinerte – dendrochronologische Auswertung zu jahrgenauen Datierungen führen kann.

Anders ist es bei siedlungsfernen Ablagerungen. Im Falle von Seeablagerungen mit Jahresschichtungen ist es möglich, das Pollendiagramm sehr genau zu datieren und damit der absoluten archäologischen Chronologie gegenüber zu stellen. Der gerade abgeschlossene DFG-Schwerpunkt "Wandel der Geobiosphäre ..." hat dafür beeindruckende Beispiele geliefert (KALIS et al. 2003). Durchgehend laminierte Sedimente sind allerdings extrem selten.

In der Regel sind es die radiometrischen Altersbestimmungen, die im 20. Jh. zum größten Fortschritt

in der Verknüpfung von Siedlungs- und Vegetationsgeschichte geführt haben. Diese Methode hat bekanntlich aber auch ihre Einschränkungen, die durch den schwankenden Gehalt an radioaktivem Kohlenstoff in der Atmosphäre bedingt sind. Eine Kalibration der ¹⁴C-Daten muß daher vorgenommen werden. Die Umsetzung in Kalenderjahre ist jedoch in einigen Abschnitten recht ungenau – zu nennen ist hier etwa die Eisenzeit, für die nur zwei relativ große Zeitintervalle (das sog. Hallstatt-Plateau zwischen 800 und 400 v.Chr. und die Zeit zwischen ca. 400 und 100 v.Chr.) angegeben werden können. Hier kann unter Umständen die Archäopalynologie Hilfe leisten. Zwar kann auch sie die einzelnen archäologischen Fundstellen nicht näher datieren, aber dennoch die Auswirkung, die das Handeln des eisenzeitlichen Menschen auf seine Umwelt hatte, zeitlich einordnen: Liegen mehrere ¹⁴C-Daten aus kontinuierlich gewachsenen Ablagerungen vor, so erlaubt das sog. wiggle matching (van GEEL & MOOK 1989) der Datenreihe eine nähere Datierung der Ereignisse (STOBBE & KALIS 2002; für die Trichterbecherzeit BAKKER 2003).

Kontextbezug

Wie bereits oben beschrieben, widmet sich die Archäopalynologie Befunden, die traditionsgemäß nicht zu den klassischen Untersuchungsobjekten der Pollenanalyse gehören. Dies erfordert eine Anpassung der Techniken und Vorgehensweisen an das jeweilige Objekt und die damit verbundene Fragestellung.

Genauso heterogen wie die pollenführenden Ablagerungen sind, so verschiedenartig ist auch die in den ermittelten Pollenspektren verborgene Information. So finden sich in Seen und Hochmooren überwiegend Pollenkörner, die vom Wind herangeweht wurden, also Pollen von windblütigen Pflanzen aus einer weiten Umgebung. Da die meisten Bäume in Mitteleuropa glücklicherweise windblütig sind, läßt sich hier vor allem die Waldgeschichte erfassen. In fast allen archäologischen Kontexten ist diese Pollenkomponente durch lokale Phänomene überlagert. Das gilt schon für Niedermoore mit ihrer reichen und üppig blühenden torfbildenden Vegetation, welche, im Gegensatz zu den Wasserpflanzen der Seen, große Mengen an Pollen produziert – häufig macht diese Komponente mehr als die Hälfte des Pollenspektrums aus. Noch extremer geprägt von den am Ort wachsenden Pflanzen sind die Pollenspektren aus Böden und begrabenen Landoberflächen. Haben wir es hier noch mit weitgehend natürlichen Bildungen zu tun, so ist der Polleneintrag in die archäologischen Befunde in

starkem Maße vom menschlichen Handeln geprägt (GREIG 1982). Zum Beispiel enthalten Koprolithen sowie der Inhalt von Kloaken überwiegend Pollen aus der Nahrung (Getreidepollen im Brot) und aus der eingeatmeten Luft (VERMEEREN & KUIJPER 1996); der Polleninhalte von ehemaligen Brunnen zeigt vor allem, was die Menschen nach Aufgabe des Brunnens hereingeworfen haben (das während der Nutzungszeit entstandene Brunnensediment ist meist pollenfrei); noch deutlicher wird das "Entsorgungsverhalten" bei der Untersuchung von Stadt- und Dorfgräben, in denen die Vegetation eigentlich nur noch die "Abwasserbelastung" zeigt.

Mag es für Einzelspektren noch praktikabel sein, die Bestimmungsergebnisse direkt zahlenmäßig darzustellen (wie dies bei der Publikation von Makroresten häufig getan wird), so ist eine statistische Aufarbeitung bei größeren Pollen-Datenserien unerlässlich. Die einfachste Form ist die Ermittlung der Mengen pro Volumeneinheit (n Pollenkörner pro cm^3); bei gleichmäßigem Wachstum der Ablagerung läßt sich damit der jährliche Influx der einzelnen Pollentypen berechnen. Diese Berechnung setzt allerdings eine vergleichbare Pollenkonzentration aller untersuchter Proben voraus – eine Voraussetzung, die jedoch in der Natur nur äußerst selten gegeben ist. Im Normalfall ist die Pollenkonzentration von Schicht zu Schicht sehr unterschiedlich. Die Ursachen für diese Heterogenität sind unregelmäßige Wachstumsgeschwindigkeiten der Schichten, Beimischungen von pollenfreiem Material (z.B. Schluff oder Holz), zeitliche Variabilität im Blühverhalten der Vegetation. Als Grundlage für eine vegetationskundliche Auswertung ist daher die Berechnung von Prozentanteilen sinnvoll. Erst die prozentuale Berechnung von Pollentypen und ihre graphische Darstellung – wie sie zuerst durch Lennart von Post im Jahre 1916 eingeführt wurde – hat die Pollenanalyse zu einer praktikablen und reproduzierbaren Methode gemacht.

Jede Fragestellung erfordert ihre eigene statistische Auswertung der Analysenergebnisse. Das beginnt mit der Frage, auf welche Berechnungsgrundlage (Pollensumme) sich die Statistiken beziehen. So wurden traditionell zur Ermittlung der holozänen Waldgeschichte die Berechnungen auf die Summe der Baumpollen (BP) bezogen, wobei der Pollen von *Corylus* als unterständiger Waldstrauch ausgeschlossen wurde (von POST 1918; FIRBAS 1952). Diese Berechnungsgrundlage wird noch heute von einigen Pollenanalytikern benutzt, obgleich sich gegen den Ausschluß von *Corylus*-Pollen bereits früh BERTSCH (1942), FÆGRI & IVERSEN (1950) sowie JONKER (1952) kritisch und überzeugend geäußert haben. Überhaupt nicht praktikabel ist die "traditionelle"

Pollensumme in vielen archäopalynologischen Untersuchungen, so beispielsweise bei der Ermittlung der Bewaldungsdichte (FÆGRI & IVERSEN, zuerst 1950 und in allen nachfolgenden Auflagen), bei der Analyse von mittelalterlichen Mistschichten (KÖRBERGROHNE 1967, 86 ff.; BEHRE 1976, 57 ff.) oder bei der Ermittlung der verschiedenen Herkünfte von Honig in einem keltischen Mischgefäß (RÖSCH 1998, 106).

Bei der Bearbeitung von Niedermooren kann das Pollenspektrum sehr stark von der lokalen Vegetation geprägt sein, und es kommt auf die jeweilige Fragestellung an, welche Berechnungsgrundlage gewählt wird. Will man beispielsweise Informationen über die regionale Waldvegetation gewinnen, so ist es wenig hilfreich, die am Untersuchungspunkt wachsende Erle (*Alnus*) in die Pollensumme einzubeziehen, da die Prozentwerte aller Pollentypen rechnerisch vor allem von den Schwankungen der *Alnus*-Kurve abhängig sind (bereits von TRAUTMANN 1957 und JANSSEN 1959 überzeugend begründet). Das gleiche gilt für andere, lokal überrepräsentierte Pollentypen.

Auch wenn die Wahl einer der Fragestellung angemessenen Pollensumme eine der schwierigsten Aufgaben ist, müssen die Daten dennoch nach vegetationskundlichen, also biologischen Kriterien sortiert werden, damit eine statistische Auswertung des archäopalynologischen Befundes sinnvoll greifen kann. Dies schließt eine Standardisierung von Pollendiagrammen aus.

Botanische Auflösung

Die Quellengattung der Archäobotanik sind Pflanzenreste, mit denen wir Aspekte der Vergangenheit rekonstruieren wollen. Das ist nur möglich, wenn die Reste – in diesem Falle die Pollenkörner und die Sporen – konkreten Pflanzenarten zugeordnet werden. Eine Pflanzenart wird aufbauend auf das Konzept von Linné nach bestimmten Kriterien der diploiden Phase (bei höheren Pflanzen) definiert, und das in der Literatur beschriebene ökologische und soziologische Verhalten gilt nur für die Pflanzen, die innerhalb der eng umschriebenen Art gefaßt werden. Das Konzept der botanischen Arten ist ein Grundprinzip, auf das man sich international geeinigt hat und das als Ordnungsprinzip in der botanischen Literatur verwendet wird. Das für unsere Fragen notwendige Erschließen der umfangreichen botanischen Literatur ist nur möglich auf der Ebene der Pflanzenarten.

Wie bereits erwähnt, sind Pflanzenarten nach Kriterien der diploiden Phase definiert. Pollenkörner dagegen gehören zur haploiden Phase und haben im

Laufe der Evolution eine eigenständige Entwicklung durchgemacht, die nicht deckungsgleich mit der Entwicklung der diploiden Pflanze verläuft. So gibt es einerseits Pollentypen, deren Morphologie bei mehreren Pflanzenarten gleich ist (z.B. die bei uns heimischen Ahorn-Arten), andererseits Pflanzenarten, die mehrere, verschiedenartige Pollentypen produzieren (z.B. der Scharfe Hahnenfuß). Die Schwierigkeit, Pollentypen mit konkreten Pflanzenarten zu verbinden, hat die Auswertung von Pollenspektren seit Einführung der Pollenanalyse belastet.

Seit Mitte des 20. Jh. hat die intensive Auseinandersetzung mit der Pollenmorphologie gezeigt, daß die vermeintliche Einheitlichkeit bestimmter "Pollentypen" bei genauer Betrachtung nur scheinbar ist. Hier sei nur die für die Archäopalynologie so wichtige Familie der Doldengewächse genannt (PUNT 1984), zu der Gewürze wie Petersilie, Kümmel, Koriander, Anis und Gemüse wie Sellerie, Möhre, Fenchel gehören. Besonders die "Northwest European Pollen Flora" hat seit Erscheinen ihrer ersten Lieferungen (1974) in den letzten Jahrzehnten zu einer deutlichen "Vermehrung" von Pollentypen in den publizierten Pollendiagrammen geführt. Mit Erscheinen des Bandes VIII, 2003, sind nun 68 Pflanzenfamilien systematisch pollenmorphologisch bearbeitet.

Die Zahl der abgrenzbaren Pollentypen hat sich also in den letzten Jahrzehnten vervielfacht. Noch immer ist es – aus den oben genannten entwicklungsgeschichtlichen Gründen – weiterhin nicht in jedem Fall möglich, einen Pollentyp mit einer einzigen Pflanzenart zu verbinden. Nun wachsen jedoch meist nicht alle in Frage kommenden Arten in der gleichen Landschaft, so daß sich manches schon aus geographischen Gründen ausschließen läßt. Der Fortschritt in den vergangenen 25 Jahren liegt darin, daß wir von vielen Pollentypen jetzt die zugehörige Pflanzenart nennen können, womit die Palynologie für die Analyse archäologischer Befunde gleichwertig mit der Untersuchung von pflanzlichen Großresten, vor allem Früchten und Samen, geworden ist.

Da Pollenkörner und pflanzliche Großreste nach unterschiedlichen Gesetzmäßigkeiten in archäologischen Befunden überliefert werden, verwundert es nicht, daß mit der palynologischen Bearbeitung zum Teil andere Pflanzengruppen nachgewiesen werden. Um den damaligen Pflanzenbestand möglichst vollständig zu erfassen, sollte man nicht auf eine der beiden Methoden verzichten. So hat die Erfahrung an Brunnensedimenten, an Marktschichten und in siedlungsnahen Uferzonen gezeigt, daß nur ungefähr ein Drittel der nachgewiesenen Arten sowohl als Früchte/Samen als auch als Pollentypen erfaßt wurde, ein weiteres Drittel als pflanzliche Großreste erhalten ist und etwa ein Drittel allein durch Pollentypen repräsentiert

wird.

Mit der Zunahme der nachgewiesenen Pflanzenarten vergrößern sich die Aussagemöglichkeiten archäobotanischer Befunde. Einzelne Artnachweise erlauben anhand der Ökologie dieser Pflanzen Aussagen zur Umwelt. Die meisten Pflanzenarten können allerdings in einer breiten Amplitude von Standorten vorkommen. Pflanzen wachsen darüber hinaus nicht isoliert, sondern in Pflanzengemeinschaften. Je mehr Pflanzenarten erfaßt werden, umso klarer wird unser Blick für die damaligen Pflanzengemeinschaften. Kann man anhand der ermittelten Pflanzenkombination eine bestimmte Pflanzengesellschaft wahrscheinlich machen, erhält man ganz spezifische Aussagen zu den damaligen Standorten. Da in archäologischen Befunden vor allem Pflanzengesellschaften überliefert sind, bei deren Ausbildung der Mensch eine entscheidende Rolle gespielt hat, erhalten wir über diese Pflanzengesellschaften auch konkrete Hinweise auf das menschliche Verhalten. So läßt sich beispielsweise über den Nachweis von Ackerunkrautgesellschaften die damals praktizierte Anbaumethode erfassen, über den Nachweis von Schnittwiesen die winterliche Aufstallung des Viehs, oder über den Nachweis bestimmter dörflicher, vom Scharren der Hühner abhängiger Ruderalgesellschaften läßt sich auf Hühnerhaltung schließen.

Abschließend sei bemerkt, daß wir am Fallbeispiel "Archäopalynologie" weniger die konkreten, zu archäologischen Fragestellungen erzielten Ergebnisse haben zeigen wollen, sondern vielmehr die Fortschritte der letzten 25 Jahre, die diese Arbeitsrichtung methodisch weitergebracht haben.

Arie J. Kalis & Jutta Meurers-Balke

Fallbeispiel: Holz und Holzkohle

In der in Berlin und Bonn gezeigten Ausstellung "Menschen – Zeiten – Räume. Archäologie in Deutschland" wurde die archäologische Forschung mit Funden der letzten 25 Jahre präsentiert. Zu sehen waren auch Funde aus einem höchst vergänglichem Material: Holz. In einer groben Skizze soll im folgenden dargelegt werden, welche geschichtliche Entwicklung der Forschungsgegenstand "Holz" nahm, welche neuen Erkenntnisse in den letzten zwei, drei Dekaden gewonnen worden sind und welche Richtung künftige Holz-Untersuchungen einnehmen können. Nicht eingegangen wird auf die Tatsache, daß Holz als Datierungsmaterial – sowohl für radiometrische als auch für dendrochronologische Datierungen – einen

wesentlichen Beitrag zur zeitlichen Einordnung von archäologischen Funden und Befunden leistet.

Holz ist nur unter bestimmten Bedingungen erhaltungsfähig. Um einen mikrobiellen Abbau zu verhindern, ist die Einlagerung in einem Umfeld Voraussetzung, in dem für holzzerstörende Pilze, Bakterien und Insekten keine Lebensmöglichkeiten bestehen – und damit auch keine Holzzersetzungsmöglichkeiten. Solche Verhältnisse existieren, wenn der Luftsauerstoff keinen Zutritt hat (z.B. unter Wasser in Brunnen oder in Seeufer-, Moor- und Küstenbereichen), wenn extrem trockene Verhältnisse herrschen (z.B. in abgeschlossenen Räumen wie in Kirchen oder Sarkophagen), wenn Metallionen ein giftiges Umfeld produzieren (z.B. in direktem Kontakt mit Bronzebeschlägen).

Eine andere Form der Überlieferung von Holz besteht in dessen Verkohlung. Die nur unter reduzierenden Brennverhältnissen entstehende Holzkohle ist widerstandsfähig gegenüber einem biologischen Abbau, weil sich so gut wie kein Mikroorganismus von Kohlenstoff – aus dem Holzkohle fast gänzlich besteht – ernährt.

Zur Forschungsgeschichte

Die hier dargelegte Forschungsgeschichte greift, höchst punktuell nur, mir bemerkenswert erscheinende Stationen auf. So ist es unerlässlich, die frühen pionierhaften Leistungen der Schweizer Kollegen zu berücksichtigen. Für Ernst Neuweiler war es Anfang des letzten Jahrhunderts selbstverständlich, daß die Untersuchung von Hölzern aus Schweizer archäologischen Befunden nicht nur die Bestimmung der Holzart umfaßte, er versuchte zudem, Rückschlüsse auf die Vegetation früherer Zeiten zu ziehen und *“ein Bild über die Zusammensetzung des prähistorischen Waldes aus den Holzresten zu gewinnen”* (NEUWEILER 1925, 509; siehe auch NEUWEILER 1910).

Eine frühe *“Anleitung zur Bestimmung prähistorischer Holzreste”* – und zwar sowohl für Hölzer als auch für Holzkohlen – stammt von Wolfgang R. MÜLLER-STOLL (1936, 28 ff.) und beinhaltet die in Mitteleuropa wichtigen Holzgewächse. In den 1940er und 1950er Jahren wurden dann weitere Beschreibungen holzatomischer Bestimmungskriterien sowie Zeichnungen und Fotos von Präparaten veröffentlicht (GREGUSS 1955; 1959), die meisten berücksichtigten allerdings in erster Linie solche Hölzer, die damals unter rein wirtschaftlichen Gesichtspunkten als Handels- und Tropenhölzer von Bedeutung waren; zu nennen sind z.B. SCHMIDT

(1941) und GOTTWALD (1958). Die Rekonstruktion von Altlandschaften mittels Hölzern und Holzkohlen aus archäologischen Befunden wurde nun von der zu jener Zeit aufstrebenden Pollenanalyse übernommen, so *“dass die Holzanalyse während ungefähr 30 Jahren wenig gepflegt worden ist”* (SCHWEINGRUBER 1976a, 30). Bis in die 1960er Jahre war beispielsweise die Analyse von Holzkohle *“im wesentlichen als Hilfswissenschaft für Ausgrabungen benutzt und wies daher keinerlei Eigenständigkeit auf”* (HILLEBRECHT 1982, 13).

Doch dann vergrößerte sich sprunghaft die Menge der archäologischen Holzfunde durch Großgrabungen, die etwa ab der Mitte der 1950er Jahren erfolgten (z.B. Feddersen Wierde/Niedersachsen: kaiserzeitliche Hölzer – KÖRBER-GROHNE 1967; Aldenhovener Platte/Nordrhein-Westfalen: neolithische Holzkohlen – CASTELLETTI 1988; CASTELLETTI & STÄUBLE 1997; Ufer- und Moorsiedlungen in Südwestdeutschland: besonders neolithische und bronzezeitliche Bauhölzer – BILLAMBOZ 2001). Auch durch Stadtkerngrabungen, die seit den 1970er Jahren durchgeführt wurden, ist eine umfangreiche und vielfältige Materialmenge zutage gekommen (mittelalterliche und neuzeitliche Hölzer: z.B. Lübeck/Schleswig-Holstein – FALK 1983; Freiberg/Sachsen – GÜHNE 1991; Freiburg/Baden-Württemberg – MÜLLER, U., 1996; Duisburg/Nordrhein-Westfalen – TEGTMEIER 2002); es handelte sich hierbei nicht nur um Geräte, sondern auch um Reste von Brenn-, Werk- und Bauhölzern.

Nun – seit den 1970er Jahren – liegen auch hervorragende Bestimmungsatlanten vor, die für Holzartbestimmungen an archäologischen Hölzern und Holzkohlen noch heute – neben den Vergleichspräparaten – herangezogen werden (besonders SCHWEINGRUBER 1978 und 1990; auch GROSSER 1977). Eine Holzartbestimmung basiert auf bestimmten, den Holzkörper aufbauenden, anatomisch unterschiedlichen Elementen und deren Verteilung und Kombination. Die Elemente werden mit Hilfe eines Auflicht- oder Durchlichtmikroskops auf den drei holzatomischen Ebenen quer, tangential und radial gesucht, wobei diese Ebenen zuvor hergestellt werden.

Neue Erkenntnisse

In den vergangenen 25 Jahren haben die Ergebnisse mancher Untersuchungen an Hölzern und Holzkohlen aus archäologischen Grabungen in Deutschland neue, zum Teil außerordentliche Erkenntnisse gebracht. Die folgende Auswahl, die eine sehr persönliche ist, umspannt den Zeitraum vom Paläolithikum bis in die Neuzeit.

Im Braunkohlentagebau Schöningen (Ldkr. Helmstedt/Niedersachsen) wurden bei großflächigen Ausgrabungen 1995–1997 außer Steinartefakten und zahlreichen Großsäugerknochen auch hölzerne Speere gefunden. Sie stammen aus der Zeit des späten *Homo erectus*, sind etwa 400.000 Jahre alt und bekannt geworden als „die bisher ältesten vollständig erhaltenen Jagdwaffen der Menschheit“ und als „Bedeutsame Funde zur Kulturentwicklung des frühen Menschen“ (THIEME 1999, 451).

Es sind acht hölzerne Speere, von denen sieben aus Fichtenholz und einer aus Kiefernholz gearbeitet ist, wobei es sich jeweils um vollständig entrindete und entastete Baumstämmchen handelt, deren Oberflächen sehr sorgfältig geglättet worden sind. Der größte Durchmesser der Speere – und damit ihr Schwerpunkt – liegt bei allen Exemplaren interessanterweise im vorderen Schaftdrittel. Das bedeutet, daß diese Objekte als Wurfspere (also als Fernwaffe) zu deuten sind, und nicht als Stoßlanzen (also als Nahwaffe). Mit den Wurfspereen wurde aktiv Jagd betrieben, wohl auf Wildpferde, was der enge Fundkontext von Wurfspereen mit zahlreichen Pferdeknochen nahelegt. Der frühe Mensch war somit nicht länger nur Aas-Esser und Aas-Verwerter, wie es bis dahin fast verbindliche Lehrmeinung war; vielmehr war *Homo erectus* bereits in der Lage, sich das Fleisch, das er essen wollte, erfolgreich zu erjagen (THIEME 1999, 479 f.).

Offensichtlich ebenfalls erfolgreich und gezielt eingegriffen, und zwar in die Landschaft, haben – zumindest für den Stuttgarter Raum – spätmesolithische Jäger und Sammler: Ausgrabungen 1991 in der Wilhelma, dem Zoologisch-botanischen Garten in Stuttgart - Bad Cannstatt/Baden-Württemberg, brachten einen Travertin-Fundplatz mit einem Bodenhorizont zutage, in welchem sich die verschiedenartigsten Funde, unter anderem Keramik des La-Hoguette-Typs, fanden. Sie ermöglichten die Zusammenarbeit unterschiedlicher geistes- und naturwissenschaftlicher Disziplinen, zu denen auch die Archäobotanik gehörte (KALIS u.a. 2001).

Hier wird auf die Holzkohlenuntersuchungen kurz eingegangen, die ein Spektrum an Holztypen erbrachte, das in die pollenanalytisch nahegelegte mesolithische Landschaft nicht so recht paßte, sondern – wie bisher bekannt – frühestens in einen bandkeramischen Kontext: das Dominieren von strauch- und heckenartigen Gehölzen. Diese wuchsen an aufgelichteten Stellen und wurden von den Menschen gefördert, indem sie gehegt und gepflegt und regelmäßig beschritten worden sind, denn sie tragen vitamin-, kohlehydrat- und fettreiche Früchte – und zudem fallen mit den Zweigen und Ästen ausgezeichnete Brennholzer an (GROENMANN-VAN WAATERINGE

1971). Mit diesem Auswertungsergebnis der anthrakologischen Untersuchungen unter Einbeziehung besonders der pollenanalytischen Resultate sind bereits späten Jäger- und Sammlergruppen gewisse gehölzpflegerische Maßnahmen zuzuschreiben – zumindest für die untersuchte Lokalität.

Einen außergewöhnlichen Befund erbrachte die 1990 bei Erkelenz-Kückhoven (Kr. Heinsberg/Nordrhein-Westfalen) entdeckte hölzerne Kastenbrunnenanlage, die aus bandkeramischer Zeit stammt: Zum einen revidierte er das bis dahin bekannte bandkeramische Siedlungsmuster entlang von Bachläufen, denn der einst ca. 13 m tiefe und mit den unteren 7 m noch erhaltene eichene Brunnen wurde nahe der dazugehörigen Siedlung, entfernt von jeglichem Fließgewässer, abgeteufelt. Zum anderen warf er ein helles Licht auf die zimmermannstechnisch ausgezeichneten Leistungen der Bandkeramiker, die den Brunnen schacht aus Spaltbohlen in Blockbauweise errichteten; Blockbau war bis dahin erst aus der Bronzezeit bekannt (WEINER 1995; 1998). Mittlerweile liegen aus Eythra (bei Leipzig/Sachsen) zwei weitere, zeitlich und von der Konstruktion her mit dem Kückhovener Brunnen vergleichbare Anlagen aus Eichen-Spaltbohlen vor, die 1997 innerhalb des Areal einer bandkeramischen Siedlung entdeckt wurden (STÄUBLE & CAMPEN 1998).

Die über radiometrisch und dendrochronologisch in die Zeit der Bandkeramik datierten Brunnen aus den Grabungen in den 1990er Jahren gehören zu den zur Zeit ältesten Holzbauwerken Deutschlands.

Neue Erkenntnisse anhand von Bauhölzern stammen auch aus dem Bereich der Pfahlbauauforschung in Südwestdeutschland und im nördlichen Alpenvorland (BILLAMBOZ 2001). Dort werden seit etwa Anfang der 1980er Jahre systematische sog. dendrotypologische Analysen, die dendrochronologische, dendrometrische, dendrologische und technomorphologische Parameter umfassen, an Pfahlhölzern aus neolithischen und bronzezeitlichen Feuchtbodensiedlungen durchgeführt (z.B. Bodensee-, Federseegebiet). Auf diese Weise wurde nicht nur die baugeschichtliche Entwicklung anhand von Hölzern aus Beständen von aufeinanderfolgenden Verjüngungs-, Stock- und Auflichtungsphasen festgestellt – erkennbar an der Veränderung im Zerlegungsgrad von Baumstämmen für Bauholzzwecke –, sondern an den Schlagdaten und den Jahrringbefunden wurde zudem eine höchst enge Beziehung zwischen Besiedlungsdynamik und Waldentwicklung festgestellt: Gestützt durch pollenanalytische Befundinterpretationen konnte hier „die Veränderung des Waldbildes als Indikator zur indirekten Ermessung der demographischen Entwicklung und

Besiedlungsdichte herangezogen werden" (BILLAMBOZ 2001, 59).

Aus der Bronzezeit, und zwar aus der Urnenfelderzeit, soll eine Untersuchung an hölzernen Artefakten erwähnt werden, die Aufschlüsse über die verwendeten Werkzeuge gibt (FISCHER 1999). Die Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre wieder aufgenommenen Grabungen am Westufer der Roseninsel im Starnberger See (Ldkr. Starnberg/Bayern) erbrachten unter anderem Bauhölzer und zahlreiche Pfähle aus den Palisaden der Siedlung. Die an ihnen festgestellten Arbeitsmarken stammen von den bei der Holzbearbeitung eingesetzten Werkzeugen: Beilen. Dabei ergaben die Auswertungen der Werkzeugmarken und der verschiedenartigen Beile (z.B. Lappen- und Tüllenbeile), daß die einzelnen Beiltypen ganz unterschiedliche Aufgaben im Bereich der Holzbearbeitung erfüllten, nämlich Fällen und Ablängen von Stämmen, Zuspitzen der Pfahlenden, Zurichtung ebener Flächen und kleiner Aussparungen.

Einblicke in technologische Aspekte gaben auch Holzkohlen, die seit der Eisenzeit bis ins Mittelalter und sogar bis in die Neuzeit hinein – vor dem industriellen Abbau und Einsatz von Steinkohle – die einzige Energiequelle für Produktionsprozesse bildeten, bei denen sehr hohe Temperaturen erforderlich waren (z.B. zur Reduktion von Eisen aus Erzen). Die benötigten Holzkohlen wurden in Meilern hergestellt, von denen sich mancherorts noch heute Relikte finden. Auch in Ofenresten und in Schlackenhalde kommen Holzkohlen vor. Ihre systematische Analyse und Auswertung wurde jedoch erst seit den 1980er Jahren begonnen, beispielsweise in der Harzregion (HILBRECHT 1982), im Lahn-Dill-Bergland (SPEIER 1994), im Schwarzwald (LUDEMANN & BRITSCH 1997), in Joldelund/Nordfriesland (DÖRFLER & WIETHOLD 2000), in der Oberlausitz (TEGTMEIER 2000). Mit diesen Untersuchungen konnte der enge Zusammenhang von Montanindustrie, Holzkohleproduktion und Waldwirtschaft sowie das Ausmaß und die Qualität der Landschaftsveränderungen verdeutlicht werden.

Auch an Holzkohlen aus Brandgräbern erfolgten lange so gut wie keine holzanatomischen Untersuchungen. So machte ein Anthropologe(!) die Feststellung: *„Überraschend wenig scheint aber auch über die zur Verbrennung benutzten Holzarten bekannt.“* (HERRMANN 1990, 92).

Systematische anthrakologische Untersuchungen wurden erst ab Mitte der 1990er Jahre durchgeführt, und zwar für römerzeitliche Brandbestattungen des 1. und 2. Jh. im linksrheinischen Lößgebiet/Nordrhein-

Westfalen. Sie erbrachten, daß hier in erster Linie Buchen- und Eichenstammhölzer die Scheiterhaufen aufbauten, während eine Reihe anderer Gehölze wohl als Zweigmaterial eingebaut worden ist (TEGTMEIER 1996; 1997). Über die reinen Holzartbestimmungen hinaus ergab sich zudem eine Reihe weiterer Fragen an Holzkohlen aus Brandbestattungen (TEGTMEIER im Druck. Siehe auch unten). Zu ihrer Beantwortung wurden nicht nur antike und ethnographische Quellen berücksichtigt, sondern auch Experimente durchgeführt. So sind bereits mehrere Scheiterhaufen aufgebaut und niedergebrannt worden, von denen jedoch erst wenige Brandreste ausgewertet worden sind (WERNER 1990; TEGTMEIER 1994).

Zu Forschungszielen

Im vergangenen Vierteljahrhundert sind an hölzernem verkohlten und unverkohlten Material höchst verschiedene Fragen formuliert worden. Dabei ist auf nicht jede Frage schon eine Antwort gegeben worden.

Fritz H. SCHWEINGRUBER (1976b, 9 ff.) stellte anhand von Hölzern und Holzkohlen aus Schweizer neolithischen Seeufersiedlungen Fragen zum Beispiel nach den Holzarten und ihrer Verteilung in Tiefe und Fläche, zu chronologischen und siedlungsstrukturellen Hinweisen, zur Sedimententstehung, zu Verwendungszwecken, bearbeitungstechnischen Beobachtungen, Waldgeschichte und anthropogener Selektion.

Holzkohlen aus römerzeitlichen Brandgräbern im Rheinland warfen Fragen auf zur funktionalen Herkunft der Holzkohlen von Scheiterhaufen oder von hölzernen Beigaben, zu Aufbau und Größe der Scheiterhaufen, zu Holzmengen je Scheiterhaufen, zur Verwendung von frischem oder abgelagertem Holz sowie von Stamm- oder Astholz, zu Holzartenauswahl in Bezug auf Alter, Geschlecht oder sozialem Stand der Verstorbenen, zu Eingriffen im Brandablauf, zu Wuchsorten der Hölzer (TEGTMEIER im Druck).

An Holzkohlen aus historischen Meilerplätzen und Schlackehalden ergaben sich für Marie-Luise HILBRECHT (1982, 14 ff.) Fragen beispielsweise zur Holzartenauswahl, zur Qualität der Holzkohlen und damit zum Stand der Verkohlungstechnik, zu Spuren von Schädlingsbefall und damit zu Hinweisen auf die Verwendung von Fallholz als Ausgangsholz, zu Schlagzeiten des Holzes, zu Durchmesser des Ausgangsmaterials und Bestimmungen der Jahrringanzahlen und damit zu Hinweisen auf die Verwendung von Stamm- oder Knüppelholz sowie auf Waldwirtschaftsweisen, zur Waldentwicklung, zu Herkunftsgebieten und Transportwegen von Holzkohlen.

Barbara SCHOLKMANN (1982, 102 ff.) zeigte Fragen auf, die an mittelalterlichen Holzgeräten zu be-

antworten wären, wie Verwendungszwecke, formale Entwicklungen, Herstellungstechniken, Werkstätten, Organisation von Herstellung und Vertrieb, soziale Differenzierungen, Holzarten und Werkstofftreue, Rohmaterialverfügbarkeit.

Bei zukünftigen Untersuchungen von Hölzern und Holzkohlen aus archäologischen Befunden – wie auch bei den Untersuchungen von Früchten und Samen sowie Pollen und Sporen – sollte das Stück Holz oder das Stück Holzkohle betrachtet werden wie jeder andere archäologische Fund. Es geht nicht darum, lediglich die Holzarten zu bestimmen und diese dann dem Archäologen, der die Hölzer oder Holzkohlen zur Untersuchung eingereicht hat, in Form einer Auflistung mitzuteilen. Sicherlich sind dem Archäologen zum Beispiel Eiche, Buche, Hasel, Kiefer bekannt, und er kann auch sicherlich "irgend etwas damit anfangen" – anders als beispielsweise mit Süßer Tragant, Bilsenkraut, Sechszellige Nacktgerste, Wilde Karde –, doch umfaßt eine vom Archäobotaniker erfolgte Auswertung eines Holz- oder Holzkohlenbefunds wesentlich weiterreichende Aspekte, die dem Informationsträger Holz entlockt werden können. Allerdings ergeben sich diese Aspekte nicht allein aus den Hölzern oder Holzkohlen, vielmehr ist der Zusammenhang mit dem gesamten archäologischen Kontext von Belang. Daher ist es für den Bearbeiter von Holz und Holzkohlen unerlässlich, von archäologischer Seite möglichst viele Informationen über den Kontext zu erhalten. Weil holzanatomische Untersuchungen zeit- und arbeitsintensiv (und damit auch kostenintensiv) sind, macht ein Arbeitsbeginn ohne jegliche Kenntnisse der im weitesten Sinne archäologischen Einordnung keinen Sinn.

Wie an den oben dargelegten Fragenkomplexen erkennbar wird, stellt der mit Hölzern und Holzkohlen arbeitende Archäobotaniker archäologische Fragen an seine botanische Quelle Holz oder Holzkohle. Bei der Beantwortung der Fragen ist er jedoch nicht nur auf Vertreter der "Archäologien" angewiesen, vielmehr sind weiterführende Erkenntnisse zum "Lebensbild" in den verschiedenen Zeiten insbesondere im wissenschaftlichen Austausch mit anderen Disziplinen zu erzielen (z.B. Geographie, Kunstgeschichte, Volkskunde, Ethnographie, Wirtschaftswissenschaften, Zoologie, Pharmakologie). Und aus dieser interdisziplinären Zusammenarbeit heraus sind für die Zukunft noch interessante Ergebnisse zum Forschungsgegenstand "Holz" und "Holzkohle" zu erwarten.

Ursula Tegtmeier

Fallbeispiel: Früchte und Samen

Der Name Großrest- oder Makrorestanalyse wird erst im Zusammenhang mit der Mikrorestanalyse, der Analyse der Pollen und Sporen, verständlich: Während der Aufbereitung von Materialien zur Pollenanalyse trennt ein feines Sieb die störenden größeren Reste von den Pollen und Sporen, diese größeren Reste können aber durchaus sehr klein sein, und ihre Analyse erfordert zumindest Lupen-, wenn nicht Mikroskop-Optik.

Heute versteht man unter Großrestanalyse in aller Regel die Analyse von Früchten und Samen aus archäologischen oder geologischen Fundzusammenhängen. Samen und einsamige Früchte haben den Vorteil der sinnvollen Zählbarkeit, denn der Same mit dem Embryo ist im Wortsinn individuell. Zahlen sind für viele vergleichende Auswertungen unerlässlich. Vegetative, nicht sinnvoll zählbare Pflanzenteile sind meist in nur geringem Ausmaß vertreten, Blätter, Sproßteile, Rhizome. Das Holz und die Holzkohle werden hier eigenständig behandelt (siehe oben). Auch die Großrestanalyse teilt sich in zwei Bereiche, in die Analyse verkohlter Funde und in die unverkohlten Materials.

Bei archäologischen Ausgrabungen sind beide Materialien als bedeutende Zeugnisse der Vorzeit früh erkannt, geborgen und Fachleuten vorgelegt worden. So entstanden Oswald Heers frühe Arbeiten über unverkohlte "*Pflanzen der Pfahlbauten*" und die Berichte über unverkohlte und verkohlte Funde aus Grabungen im In- und Ausland von den Universalgelehrten Fritz Netolitzky und Rudolf Virchow (HOPF 1993).

Lange Zeit galt die Großrestanalyse als ein botanischer Forschungszweig, durch die Art der Fragestellung war aber zugleich mit den prähistorischen Pflanzenresten auch der frühe Mensch und sein Wirken in den Mittelpunkt des Interesses gelangt; dadurch trennt sich die Paläo-Ethnobotanik von der Vegetationsgeschichte und von der Geobotanik ab. Die Archäobotaniker der zweiten Hälfte des 20. Jh. haben stets den strengen Bezug zur Botanik betont, die Paläo-Ethnobotanik als einen Zweig der Geobotanik gesehen und großen Wert darauf gelegt, daß Kandidaten der Paläo-Ethnobotanik im Fach Botanik promoviert wurden, nicht als Archäologen oder Ur- und Frühgeschichtler. Dadurch sind manche Publikationen für botanische Laien vollkommen unlesbar. Doch inzwischen hat die Botanik als Ganzes jedes Interesse an archäologischer Paläo-Ethnobotanik verloren. Der archäobotanische Nachwuchs kommt heute auch in der Großrestanalyse aus dem Pool der Studenten der Ur- und Frühgeschichte oder Archäologie, ganz selten von der botanischen Seite. Die

Möglichkeit, an einigen Universitäten (z.B. Kiel) das Fach Ur- und Frühgeschichte in der naturwissenschaftlichen Fakultät studieren zu können, fördert die Bioarchäologie beachtlich.

Heute ist die Fragestellung zu Beginn archäobotanischer Untersuchungen in vielen Fällen rein archäologisch, nach Wirtschaft und gestalteter Umwelt des Menschen. Florengeschichtliche Erkenntnisse sind unbeabsichtigte Beiprodukte. Das Fundgut ist oft eine wirre Thanatozönose, eine kleinteilige pflanzensoziologische Aufgliederung ist kaum möglich oder führt zu sinnlosen Streitereien. Geschlossene Funde von Biozönosen, die sich exakt pflanzensoziologisch auswerten lassen, sind sehr selten ("reine Proben" der Feddersen Wierde, KÖRBER-GROHNE 1967; verkohlte "Vorratsfunde"). Landwirtschaftliche Fragen sind hingegen oftmals gut beantwortbar. Kulturpflanzen des Ackers und Gartens, Nutz- und Sammelpflanzen im weitesten Sinn, Unkräuter und Grünlandpflanzen, die in ihren speziellen Ansprüchen Rückschlüsse auf Wirtschaftsweisen erlauben, aber auch Luxus-Importe stellen die Mehrzahl der Funde, so daß sich bereits daraus ein Schwergewicht im Wirtschaftlichen und nicht im "Natürlichen" ergibt (Beispiele: STIKA 1996; MAIER 2001). Tadellos erhaltene unverkohlte Funde sind sehr genau bestimmbar und ermöglichen zum Teil eine weit feinere Bestimmung als die Pollenanalyse. Die Verlockung, dann mit pflanzensoziologischen Bewertungen der Taxa nach Oberdorfer oder mit Ellenbergischen Zeigerwerten zu arbeiten (ELLENBERG 1974; OBERDORFER 1994), ist groß – das Ergebnis aber mittelmäßig, dünn und mager.

Es gibt in der Vorgeschichte viele Zeiten, in denen es üblich ist, ganz überwiegend an trockenen Orten zu siedeln, an denen nur verkohlte Pflanzenreste erhalten bleiben. Verkohltes Material wird dadurch das zuverlässig findbare Ausgangsmaterial für archäobotanische Untersuchungen. Oft ist es aber schlecht erhalten, und es hat sich durchgesetzt, in solchen Fällen sparsam mit *cf.*, *sp.* und *-Typ* zu sein. Das gilt auch für die Fälle, in denen der Analytiker die Artenvielfalt des (fremden, weit entfernten) Fundortes nicht einschätzen kann. Dann sind bescheidene nackte Gattungsnamen oder nur Familiennennungen üblich geworden.

Die Paläoethnobotanik ist nicht länger eine "Naturwissenschaft ... im Dienste der Archäologie" (Kölner Römer-Illustrierte 2, 1975, 294 ff.) – eine euphemistische Umschreibung des Wortes Hilfswissenschaft –, sie wird inzwischen als eine archäologische Disziplin aufgefaßt, das ist die tiefgreifendste Neuerung der jüngeren Zeit (JACOMET & KREUZ

1999; KROLL 2002). Daraus ergibt sich, daß weitgehend auf Sondersprachliches verzichtet werden muß, so wie zum Beispiel die Archäozoologie, wenn es um jagdliche Belange geht, selbstverständlich die jagdliche Sondersprache nicht verwendet. Es ist möglich, einen bioarchäologischen Text so zu schreiben, daß er von jedermann verstanden werden kann.

Ulrich Willerding, Göttingen, ist ein glühender Verfechter des Wortes Paläo-Ethnobotanik (WILLERDING 1978), das viele inzwischen als Unwort ansehen, es umgehen oder verschweigen. Sie sagen lieber Archäobotanik. Denn heute bedeutet das Wort Archäologie nicht mehr klassische Archäologie, wie noch vor wenigen Jahrzehnten, als man von Ur- und Frühgeschichte sprach, wenn es sich um die Archäologie der nicht klassischen Länder handelte. Heute wird im allgemeinen Sprachgebrauch nicht mehr unterschieden zwischen klassisch und hiesig, ein definierender Zusatz ist immer nötig. Die Entwicklung im letzten Teil des 20. Jh. macht es unumgänglich, zum Begriff Paläo-Ethnobotanik zurückzukehren. Denn wir brauchen dieses Wort ethno: Die Kenntnisse von Ackerbau und Viehzucht schwinden in beängstigendem Maße, es müssen durchaus Volkskundliches vermittelt und völkerkundliche Vergleiche herangezogen werden. Wer nach der Mitte des 20. Jh. geboren wurde, der weiß nichts von Hausschlachtung und von Vorratswirtschaft mit den Produkten aus Feld und Garten. Schilderungen von Arbeitsabläufen werden daher nötig, denn es gibt fast nur noch "Stadtmenschen". Es geht das Wissen verloren, wie aus einem Samenkorn ein Kohlkopf wird und daraus Sauerkraut. Gewiß kann man alles nachlesen (z.B. in MACHATSCHEK 1999). Aber dieses angelesene Wissen ist halbes Wissen, wenn nicht weniger. *Learning by doing* ist allemal besser. Und da heute weder Leser noch Schreiber so genau wissen, wie etwas gemacht wurde, ist es wohl doch besser, wir machen wieder Paläo-Ethno-Botanik. Je mehr Versuche zur prähistorischen Wirtschaft, zu Ackerbau und Sammelwirtschaft angestellt werden, desto höher wird der Respekt vor dem vorgeschichtlichen Bauern, der im Schweiß seines Angesichts sein Brot schaffte.

Die Bearbeitung von Scherben, Metallfunden, Steingerät, Tierknochen, Menschenknochen, verkohlten Kultur- und Nutzpflanzenfunden ist normales archäologisches Handwerk, das zum Gutteil mit Wissenschaft wenig zu tun hat. Vieles ist so trivial, daß sich außer der Bemerkung, daß es sich um das zeitlich und örtlich Übliche handelt, jeder Kommentar verbietet. Nur ein ganz geringer Prozentsatz der Funde, ganz allgemein über alle Materialgruppen betrachtet, bringt neue Erkenntnisse. Vor etlichen Jahrzehnten gab es eine Zeit, in der es hieß, Artefakte und Biofakte wären

absolut gleichwertig und jeder Fund wäre gleich wertvoll. Das ist natürlich Unsinn. Gewiß ist die moderne Archäologie aus der Schatzgräbermentalität heraus; aber erlesene Gegenstände des Handwerks oder der künstlerischen Gestaltung lassen das Ausgräberherz immer noch recht viel höher schlagen als eine unverzierte Wandscherbe oder ein Stückchen Schlake oder ein Gerstenkorn.

Wenn wir soweit sind, daß wir die Bearbeitungen eines Fundplatzes als gleichwertig erachten, die geologischen und pedologischen Grundlagen genauso wie die physikalischen Prospektionen, wenn wir soweit sind, daß wir die jeweiligen sachgerechten Bearbeitungen der Materialgruppen des Fundmaterials als Teile eines Ganzen sehen, ohne Abstufungen und ohne Streit darüber, ob ein Knochenartefakt nun mehr Artefakt oder mehr Knochen ist, ohne Trennung in mein Metier und dein Metier (die "guten, schönen" Knochenartefakte zählen zu den Kleinfunden, die "schlechten" zu den Tierknochen; die einen bearbeitet der "richtige" Archäologe, die andern der Archäozoologe), wenn das erreicht ist, dann sollte uns allen klar sein, daß auch über Finanzierungen kein Streit möglich ist.

Helmut Kroll

Literatur

- AVERDIECK, F.R. (1957) Zur Geschichte der Moore und Wälder Holsteins. Ein Beitrag zur Frage der Rekurrenzflächen. *Nova Acta Leopoldina, N.F. 19, Nr. 130*, 1957.
- BAKKER, R. (2003) The emergence of agriculture on the Drenthe Plateau – A palaeobotanical study supported by high-resolution ¹⁴C dating. *Archäologische Berichte 16*. Bonn 2003.
- BEHRE, K.-E. (1969) Untersuchungen des botanischen Materials der frühmittelalterlichen Siedlung Haithabu (Ausgrabung 1963-1964). *Berichte über die Ausgrabungen in Haithabu 2*. Neumünster 1969, 7-55.
- (1976) Die Pflanzenreste aus der frühgeschichtlichen Wurt Elisenhof. *Studien zur Küstenarchäologie Schleswig-Holsteins, A 2*. Frankfurt 1976.
- BERTSCH, K. (1942) Lehrbuch der Pollenanalyse. Handbuch der praktischen Vorgeschichtsforschung 3. Stuttgart 1942.
- BERTSCH, K. & F. BERTSCH (1947) Geschichte unserer Kulturpflanzen. Stuttgart 1947.
- BILLAMBOZ, A. (2001) Beitrag der Dendrochronologie zur Frage der Besiedlungsdynamik und Bevölkerungsdichte am Beispiel der Pfahlbausiedlungen Südwestdeutschlands. In: LIPPERT, A. et al. (Hrsg.) *Mensch und Umwelt des Neolithikums und der Frühbronzezeit in Mitteleuropa. Ergebnisse interdisziplinärer Zusammenarbeit zwischen Archäologie, Klimatologie, Biologie und Medizin. Internationale Archäologie 2*. Rahden/Westf. 2001, 53-60.
- BURRICHTER, E. (1969) Das Zwillbrocker Venn, Westmünsterland, in moor- und vegetationskundlicher Sicht. Mit einem Beitrag zur Wald- und Siedlungsgeschichte seiner Umgebung. *Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde 31 (1)*, Münster 1969.
- (1976) Vegetationsräumliche und siedlungsgeschichtliche Beziehungen in der Westfälischen Bucht – Ein Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Kulturlandschaft. *Abhandlungen aus dem Landesmuseum für Naturkunde 38 (1)*, 1976, 3-14.
- CASTELLETTI, L. (1988) Anthrakologische Untersuchungen. In: BOELICKE, U. et al., *Der bandkeramische Siedlungsplatz Langweiler 8, Gemeinde Aldenhoven, Kreis Düren. Rheinische Ausgrabungen 28*. Köln 1988, 853-881 (= *Beitr. Neolith. Besiedlung Aldenhovener Platte III*).
- CASTELLETTI, L. & H. STÄUBLE (1997) Holzkohlenuntersuchungen zu ur- und frühgeschichtlichen Siedlungen der Aldenhovener Platte und ihrer Umgebung (Niederrheinische Bucht). In: LÜNING, J., *Studien zur neolithischen Besiedlung der Aldenhovener Platte und ihrer Umgebung. Rheinische Ausgrabungen 43*, Köln 1997, 685-715 (= *Beitr. Neolith. Besiedlung Aldenhovener Platte VI*).
- DIMBLEBY, G.W. (1985) *The Palynology of Archaeological Sites*. London u.a. 1985.
- DÖRFLER, W. & J. WIETHOLD (2000) Holzkohlen aus den Herdgruben von Rennfeueröfen und Siedlungsbefunden des spätkaiserzeitlichen Eisengewinnungs- und Siedlungsplatzes am Kamberg bei Joldelund, Kr. Nordfriesland. In: HAFFNER, A. et al. (Hrsg.) *Frühe Eisengewinnung in Joldelund, Kr. Nordfriesland, Teil 2. Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie 59*. Bonn 2000, 217-262.
- ELLENBERG, H. (1974) Zeigerwerte der Gefäßpflanzen Mitteleuropas. *Skripta Geobot. 9*. Göttingen 1974.
- FÆGRI, K. & Joh. IVERSEN (1950) *Text-Book of Modern Pollen Analysis*. Copenhagen 1950.
- FALK, A. (1983) Holzgeräte und Holzgefäße des Mittelalters und der Neuzeit aus Lübeck. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters 11*, 1983, 31-48.
- FIRBAS, F. (1937) Der pollenanalytische Nachweis des Getreidebaus. *Zeitschrift für Botanik 31*, 1937, 447-478.

- (1949) Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 1. Allgemeine Waldgeschichte. Jena 1949.
- (1952) Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen. 2. Waldgeschichte der einzelnen Landschaften. Jena 1952.
- FISCHER, L. (1999) Bäume und Beile – Verwendungsmöglichkeiten einer Werkzeuggattung im urnenfelderzeitlichen Holzhandwerk. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 29, 1999, 35-46.
- GEEL, B. van & W.G. MOOK (1989) High-Resolution ¹⁴C-Dating of organic Deposits using natural atmospheric ¹⁴C-Variations. *Radiocarbon* 31, 1989, 151-155.
- GOTTWALD, H. (1958) Handelshölzer. Hamburg 1958.
- GREGUSS, P. (1955) Xylotomische Bestimmung der heute lebenden Gymnospermen. Budapest 1955.
- (1959) Holzanatomie der europäischen Laubhölzer und Sträucher. Budapest 1959.
- GREIG, J. (1982) Interpretation of pollen spectra from urban deposits. In: HALL, A.R. & H.K. KENWARD (eds.) *Environment Archaeology in the urban context. Council of British Archaeology Research Reports* 43, 1982, 47-65.
- GROENMAN-VAN WAAGERINGE, W. (1971) Hecken im westeuropäischen Fühneolithikum. *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 20-21, 1970-1971, 295-299.
- GROSSER, D. (1977) Die Hölzer Mitteleuropas. Ein mikroskopischer Lehratlas. Berlin 1977.
- GÜHNE, A. (1991) Stadtarchäologie in Freiberg – Holzfunde. *Veröffentlichungen des Landesmuseums für Vorgeschichte Dresden* 22. Berlin 1991.
- HEER, O. (1865) Die Pflanzen der Pfahlbauten. *Neujahrsblatt der naturforschenden Gesellschaft in Zürich* 68, 1-54.
- HERRMANN, B. (1990) Hinweise auf die zur Leichenverbrennung benutzten Holzarten. Mainz 1990, 91-96 (= Gedenkschrift für Jürgen Driehaus).
- HILLEBRECHT, M.-L. (1982) Die Relikte der Holzkohlewirtschaft als Indikatoren für Waldnutzung und Waldentwicklung. *Göttinger Geographische Abhandlungen* 79. Göttingen 1982.
- HOPF, M. (1975) Paläo-Ethnobotanik. In: *Ausgrabungen in Deutschland. Monographien RGZM* 1,3. Mainz 1975, 166-173.
- (1982) Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzen aus dem nördlichen Deutschland. *RGZM Kataloge vor- und frühgeschichtlicher Altertümer* 22. Mainz 1982.
- (1993) Unsere Ahnen. In: KALIS, A.J. & J. MEURERS-BALKE, 7000 Jahre bäuerliche Landschaft: Entstehung, Erforschung, Erhaltung. *Zwanzig Aufsätze zu Ehren von Karl-Heinz Knörzer. Archaeo-Physika* 13. Köln/Bonn 1993, 17-22.
- IVERSEN, Johs. (1941) Landnam i Danmarks Stenalder. En pollenanalytisk Undersøgelse over det første Landbrugs Indvirkning paa Vegetationsudviklingen. (Land Occupation in Denmark's Stone Age. A Pollen-Analytical Study of the Influence of Farmer Culture on the Vegetational Development. *Danm. Geol. Unders. II. R., 66*. København 1941.
- (1949) The Influence of Prehistoric Man on Vegetation. *Danm. Geol. Unders. IV. R., 3, 6*. København 1949.
- (1973) The Development of Denmark's Nature since the Last Glacial. *Danm. Geol. Unders. V. R. 7-C*. København 1973.
- JACOMET, St. & A. KREUZ (1999) Archäobotanik. Aufgaben, Methoden und Ergebnisse vegetations- und agrargeschichtlicher Forschung. Mit Beiträgen von Manfred Rösch. Stuttgart 1999.
- JANSSEN, C.R. (1959) *Alnus* as a disturbing factor in pollen diagrams. *Acta Botanica Neerlandica* 8, 1959, 55-58.
- JONKER, F.P. (1952) A plea for the standarization of pollen diagrams. *Taxon* 1, 1952, 89-91.
- KALIS, A.J., MEURERS-BALKE, J., VAN DER BORG, K., VON DEN DRIESCH, A., R ÄHLE, W., TEGTMEIER, U. & H. THIEMEYER (2001) Der La-Hoguet-Fundhorizont in der Wilhelma von Stuttgart – Bad Cannstatt. Anthrakologische, archäopalynologische, bodenkundliche, malakozologische, radiometrische und säugetierkundliche Untersuchungen. In: GEHLEN, B. et al. (Hrsg.) *Zeit-Räume. Gedenkschrift für Wolfgang Taute. Archäologische Berichte* 14. Band 2. Bonn 2001, 659-664.
- KALIS, A.J., MERKT, J. & J. WUNDERLICH (2003) Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe – human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews* 22, 2003, 33-79.
- KNÖRZER, K.-H. (1975) Ergebnisse paläoethnobotanischer Untersuchungen im Rheinland. *Kölner Römer-Illustrierte* 2, 1975, 301-304.
- KÖRBER-GROHNE, U. (1967) Geobotanische Untersuchungen auf der Feddersen Wierde. Wiesbaden 1967.
- KROLL, H. (2002) §5. Makrorestanalyse. s.v. Naturwissenschaftliche Methoden in der Archäologie. In: BECK, H. et al. (Hrsg.) *Reallexikon der Germanischen Altertumskunde* 20. Berlin/New York 2002, 585-588.

- LUDEMANN, Th. & T. BRITSCH (1997) Wald und Köhlerei im nördlichen Feldberggebiet/Südschwarzwald. *Mitt. bad. Landesverein Naturkunde Naturschutz N.F.* 16, 3/4, 1997, 487-526.
- MACHATSCHKEK, M. (1999) Nahrhafte Landschaft. Ampfer, Kümmel, Wildspargel, Rapunzelgemüse, Speiselaub und andere wiederentdeckte Nutz- und Heilpflanzen. Wien 1999.
- MAIER, U. (2001) Untersuchungen in der neolithischen Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle 1A am Bodensee. In: MAIER, U. & R. VOGT, *Siedlungsarchäologie im Alpenvorland 6. Botanische und pedologische Untersuchungen zur Ufersiedlung Hornstaad-Hörnle 1A. Forsch. Ber. Vor- u. Frühgesch. Baden-Württemberg* 74. Stuttgart 2001, 9-233.
- MÜLLER, H. (1953) Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. *Nova Acta Leopoldina, N.F.* 16, Nr. 110, 1953.
– (1996) Holzfunde aus Freiburg/ Augustinereremitenkloster und Konstanz. *Forschungen und Berichte der Archäologie des Mittelalters in Baden-Württemberg* 21. Stuttgart 1996.
- MÜLLER-STOLL, W.R. (1936) Untersuchungen urgeschichtlicher Holzreste nebst Anleitung zu ihrer Bestimmung. *Prähistorische Zeitschrift* 27, 1936, 3-57.
- NEUWEILER, E. (1910) Untersuchungen über die Verbreitung prähistorischer Hölzer in der Schweiz. *Vierteljahrsschr. naturf. Ges. Zürich* 55, 1910, 156.
– (1925) Über Hölzer in prähistorischen Fundstellen. *Veröff. geobot. Inst. Rübél* 3, 1925, 509 (= Schröter-Festschrift).
- OBERDORFER, E. (1994) Pflanzensoziologische Exkursionsflora⁷. Stuttgart 1994.
- PALS, J. P. (1988) Phyto-archeologische Studies. Academisch Proefschrift, Amsterdam 1988.
- POST, L. von (1918) Skogträdpollen i sydsvenska torvmossagerföljder. *Forhandl. 16. skandinaviske naturforskermöte* 1916, 433.
- PUNT, W. (1984) Umbelliferae. The Northwest European Pollen Flora 37. Amsterdam u.a. 1984.
- RÖSCH, M. (1998) Evaluation of honey residues from Iron Age hill-top sites in south-western Germany: implications for local and regional land use and vegetation dynamics. *Vegetation History and Archaeobotany* 8, 1999, 105-112.
- SCHIEMANN, E. (1948) Weizen, Roggen, Gerste. Systematik, Geschichte und Verwendung. Jena 1948.
- SCHMIDT, E. (1941) Mikrophotographischer Atlas der mitteleuropäischen Hölzer. Neudamm 1941.
- SCHOLKMANN, B. (1982) Mittelalterliches Holzgerät aus Südwestdeutschland. Zu Forschungsproblematik und Forschungsstand eines Sachgutkomplexes. *Zeitschrift für Archäologie des Mittelalters* 10, 1982, 101-131.
- SCHÜTRUMPF, R. (1935) Pollenanalytische Untersuchungen der Magdalénien- und Lyngby-Kulturschichten der Grabung Stellmoor. *Nachrichtenblatt für Deutsche Vorzeit* 11, 1935, 231-238.
– (1937/38) Stratigraphisch-pollenanalytische Mooruntersuchungen im Dienste der Vorgeschichtsforschung. *Prähistorische Zeitschrift* 28/29, 1937/38, 158-183.
– (1975) Die Pollenanalyse. *Kölner Römer-Illustrierte* 2, 1975, 294-296.
- SCHWEINGRUBER, F.H. (1976a) Veröffentlichungen über Untersuchungen prähistorischer Hölzer und Holzkohlen. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 17. Frankfurt 1976, 29-58.
– (1976b) Prähistorisches Holz. Die Bedeutung von Holzfunden aus Mitteleuropa für die Lösung archäologischer und vegetationskundlicher Probleme. *Academica Helvetica* 2. Bern/Stuttgart 1976.
– (1978) Mikroskopische Holz Anatomie. Zug 1978.
– (1990) Anatomie europäischer Hölzer/Anatomy of European woods. Bern/Stuttgart 1990.
- SPEIER, M. (1994) Vegetationskundliche und paläoökologische Untersuchungen zur Rekonstruktion prähistorischer und historischer Landnutzungen im südlichen Rothaargebirge. *Abhandlungen aus dem Westfälischen Museum für Naturkunde* 56, 4/4. Münster 1994.
- STÄUBLE, H. & I. CAMPEN (1998) Vor 7083 Jahren gebaut. *Archäologie aktuell im Freistaat Sachsen* 5, 1997, 96-105.
- STIKA, H.-P. (1996) Römerzeitliche Pflanzenreste aus Baden-Württemberg. *Materialhefte zur Archäologie in Baden-Württemberg* 36. Stuttgart 1996.
- STOBBE, A. & A.J. KALIS (2002) Wandel einer Landschaft. Ergebnisse von Pollenuntersuchungen in der östlichen Wetterau. In: *Hessische Kultur GmbH (Hrsg.) Das Rätsel der Kelten vom Glauberg. Glaube – Mythos – Wirklichkeit*. Stuttgart 2002, 121-129.
- TEGTMEIER, U. (1994) Die Holzkohlen aus zwei Experimenten zur Brandbestattungsform *bustum*. *Manuskript* (11.3.1994).
– (1996) Holzkohlenuntersuchungen aus Brandbestattungen in Vorst. In: *BRIDGER, C., Das römerzeitliche Gräberfeld „An Hinkes Weißhof“, Tönisvorst-Vorst, Kreis Viersen. Rheinische Ausgrabungen* 40. Bonn 1996, 179-189.

- (1997) Scheiterhaufenreste in römerzeitlichen Brandbestattungen aus dem Elsachtal. *Archäologie im Rheinland* 1996. Köln 1997, 74-76.
- (2000) Archäobotanische Untersuchungen von Holzkohlen aus Befunden zur Eisenverhüttung in der Oberlausitz. *Arbeits- und Forschungsberichte zur Sächsischen Bodendenkmalpflege* 42, 2000, 269-285.
- (2002) Hölzer aus den Stadtkerngrabungen in Duisburg. Archäologische und botanische Untersuchungen. *Archaeo-Physika* 14. Mainz 2002.
- (im Druck) Scheiterhaufen im provinziälromischen Elsachtal. Holzkohlen aus Brandbestattungen. In: *Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland* (im Druck).
- THIEME, H. (1999) Altpaläolithische Holzgeräte aus Schöningen, Lkr. Helmstedt. Bedeutsame Funde zur Kulturentwicklung des frühen Menschen. *Germania* 77/2, 1999, 451-487.
- TRAUTMANN, W. (1957) Natürliche Waldgesellschaften und nacheiszeitliche Waldgeschichte des Egge-Gebirges. *Mitt. Floristisch-soziologische Arbeitsgem. N.F.* 6/7, 1957, 276-296.
- TROELS-SMITH, J. (1942) Geologisk Datering af Dyrholm-Fundet. In: *MATHIASSEN, T. et al., Dyrholmen, en Stenalder Boplads paa Djursland. Arkæol.-Kunsth. Skr. K. dansk. Vidensk. Selsk. 1 (1), 1942, 137-212.*
- (1954) Ertebøllekultur - Bondekultur. Resultater af de didste 10 Aars Undersøgelser i Aamosen, Vestsjælland. *Aarbøger* 1953, 5-46.
- VERMEEREN, C. & W. KUIJPER (1996) Pollen from coprolites and recent droppings: useful for reconstructing vegetations and determining the season of consumption? *Analecta Praehistorica Leidensia* 26, 1996 (1993), 213-230.
- WEINER, J. (1995) Eine zimmermannstechnische Glanzleistung: der 7000 Jahre alte Eichenholzbrunnen aus Erkelenz-Kückhoven. In: *Ein Land macht Geschichte. Schriften zur Bodendenkmalpflege in Nordrhein-Westfalen* 3. Köln 1995, 179-187.
- (1998) Drei Brunnenkästen, aber nur zwei Brunnen: Eine neue Hypothese zur Baugeschichte des Brunnens von Erkelenz-Kückhoven. In: *Brunnen der Jungsteinzeit. Materialien zur Bodendenkmalpflege im Rheinland* 11. Bonn 1998, 95-112.

WERNER, A. (1990) Versuche zur Rekonstruktion provinziälromischer Brandbestattungen vom Typ Bustum. In: *Experimentelle Archäologie in Deutschland*. Oldenburg 1990, 227-230.

WILLERDING, U. (1970) Vor- und frühgeschichtliche Kulturpflanzenfunde in Mitteleuropa. *Neue Ausgr. u. Forsch. Niedersachsen* 5, 1970, 287-375.

– (1978) Die Paläo-Ethnobotanik und ihre Stellung im System der Wissenschaften. *Ber. Dt. Bot. Ges.* 91 (1), 1978, 3-30.

Dr. Arie J. Kalis
Labor für Archäobotanik
Seminar für Vor- und Frühgeschichte
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
Grüneburgplatz 1
D - 60323 Frankfurt am Main

Dr. Helmut Kroll
Labor für Archäobotanik
Institut für Ur- und Frühgeschichte
der Christian-Albrechts-Universität
D - 24098 Kiel.

Dr. Jutta Meurers-Balke
Dr. Ursula Tegtmeier
Labor für Archäobotanik
Institut für Ur- und Frühgeschichte
der Universität zu Köln
Weyertal 125
D - 50923 Köln