

Archaeological Excavation at Aramus, Armenia
University of Innsbruck • University of Yerevan

Eine kurze Einführung in die Environmental Archaeology



Hans Christian Küchelmann
Diplom-Biologe
Findorffstraße 12 • 28215 Bremen
fon: 0421 / 61 99 177
fax: 0421 / 37 83 540
e-mail: info@knochenarbeit.de
web: www.knochenarbeit.de

Eine kurze Einführung in die Environmental Archaeology

1.	Einleitung	3
2.	Archäozoologie	4
3.	Prähistorische Anthropologie	6
4.	Taphonomie	7
5.	Archäobotanik	8
6.	Dendrochronologie	10
7.	Palynologie	11
8.	Paläoentomologie	12
9.	Paläoparasitologie	13
10.	Geoarchäologie	13
11.	Radiokarbondatierung	14
12.	Weitere Fachgebiete	14
13.	Grundsätzliches	15
14.	Literatur	16
15.	Internetadressen	17

1. Einleitung

„Human settlements, which are what we principally dig up, do not exist in a vacuum, but are part of what is known as an eco-system – hunting and collecting peoples depend upon the ecological patterns of the edible fauna and flora; farmers are critically dependant on the productivity of the available soils; all are dependant on the fluctuations of climate. The study of the environment in which our sites flourished, or died, has accelerated in recent years, using more and more sophisticated techniques. One of the chief aspects of excavations today is the recovery of environmental evidence of as many kinds as possible, from snails insects, seeds, charcoals, and pollen to animal bones of all kinds, of birds, fish and mammals.

From this evidence it is possible to reconstruct at least something of the natural environment in which the people we are digging up lived, the crops they grew, the animals they bred or hunted or fished, the amount and type of woodland or grassland in the vicinity and patterns of trading in foodstuffs and other commodities. [...]

The synthesis of all the environmental evidence from world-wide excavations and other sources has transformed our understanding of the large-scale fluctuations in plant and animal populations, the clearance of forests and the advent and development of agriculture. On individual excavations, only much narrower inferences can be drawn, but sometimes they are surprising. [...] They simply show that every scrap of evidence can yield interesting and important information."

(BARKER 1986, 138)

PHILIP J. BARKER verdeutlicht in seinem Grabungstechnikhandbuch anhand anschaulicher Beispiele welche Rolle und Bedeutung der Environmental Archaeology bereits 1986 – zumindest in England – zukam. In der Zwischenzeit hat sich viel getan. Methoden sind verfeinert worden, andere sind hinzugekommen, von denen vor wenigen Jahrzehnten noch niemand eine Vorstellung hatte.

Environmental Archaeology ist im englischen Sprachraum der Überbegriff für jene Fachgebiete, die sich mit all den Materialien aus Grabungen beschäftigen, welche, wie es FOWLER (1977, 117) ausdrückt „den Großteil des Materials ausmachen, der bei der Ausgrabung weggeworfen wird“: Erde, Steine, (Tier-)knochen, Schnecken, Muscheln, Insekten, Pflanzenreste, Pollenkörner, etc. Die Hauptthemen der Environmental Archaeology betreffen Rekonstruktionen ökologischer, sozialer und ökonomischer Verhältnisse. Untersucht werden u. a. zeitgeschichtliche Veränderungen, Muster im Grabungsareal und Interaktionen mit der umgebenden Landschaft. Die Forschungsgeschichte reicht zurück in die 1920er Jahre, als in England begonnen wurde Fundstellen zu ihren geographischen Rahmenbedingungen in Beziehung zu setzen (s. z. B. FOWLER 1977, 117-122) oder als JOHANNES WEIGELT die Frage stellt, wie bestimmte Fundsituationen überhaupt zustande kommen. Voraussetzung für die Entwicklung der Environmental Archaeology war ein Vorstellungswandel von der Rolle des Menschen als einem 'logisch denkenden und handelnden dominanten Säugetier innerhalb einer statischen Landschaft' hin zu der eines 'aktiv handelnden Teiles eines Ökosystems' (FOWLER 1977, 120). Der Prozeß dauert in der Archäologie, ebenso wie in der Gesamtgesellschaft an. Inzwischen gibt es die Association for Environmental Archaeology (AEA), die zweimal jährlich die Zeitschrift 'Environmental Archaeology – The Journal of Human Palaeoecology' herausgibt.

Ziel dieses Readers ist es, eine Auswahl von Fachgebieten und Methoden aus dem Bereich der Environmental Archaeology kurz vorzustellen, mögliche Fragestellungen

und Anwendungsgebiete darzulegen und vor allem aufzuzeigen, auf welche Dinge bei der Arbeit im Feld geachtet werden sollte.

2. Archäozoologie

Forschungsgegenstand der Archäozoologie sind die Beziehungen vergangener Kulturen zur Tierwelt. Der Arbeitsschwerpunkt liegt hierbei auf der Untersuchung tierischer Überreste aus archäologischen Ausgrabungen, weitere Aspekte sind die Auswertung zoomorpher Artefakte, sowie historischer und ikonographischer Quellen. Die häufigsten tierischen Fundobjekte sind Knochen, Zähne und Geweih, aber auch andere Körperteile wie z. B. Horn, Leder, Haut, Fell, Haare, Wolle, Fischschuppen, Insektenteile, Eier- oder Muschelschalen können unter entsprechenden Bedingungen (Schlamm, Ton, Moor, Dauerfrost, extreme Dürre, etc.) erhalten bleiben. Die meisten Archäozoologen beschäftigen sich mit Wirbeltieren, da es heute kaum mehr möglich ist sich mit allen Tierstämmen gleichzeitig auszukennen. Die Archäomalacologie, bei der es um die Untersuchung von Muscheln und Schnecken geht, ist noch nicht sehr weit verbreitet. Um Insekten kümmern sich die Paläoentomologen, um tierische Parasiten die Paläoparasitologie.



Abb. 1: a) Arbeitssituation Archäozoologische Arbeitsgruppe Schleswig - Kiel, Schleswig
b) Esel in einem armenischen Manuskript aus dem 13. Jhdt. (Fotos: Küchelmann)

Bei der archäozoologischen Bestimmung wird von jedem Tierknochenfund eine Serie von Daten erhoben: Durch Vergleich der Funde mit rezenten Skeletten kann das Skelettelement, die Tierart und ggf. das Geschlecht ermittelt werden. Anhand des Gelenk- oder Zahnzustandes wird das Alter zum Todeszeitpunkt bestimmt.

International standardisierte Meßstrecken werden vermessen und Pathologien und anatomische Variationen notiert. Aus dem Gesamtmaterial einer Grabung werden definierte Vergleichsgrößen wie die Knochenanzahl, die Mindestindividuenzahl, die Anzahl der identifizierten Fragmente und das Knochengewicht abgeleitet.

Die Auswertung dieser Daten erlaubt Aussagen über die Fauna der Grabungsstelle. Neben dem Vorkommen und der Häufigkeit der verschiedenen Tierarten sind dies u. a. Informationen zur wirtschaftlichen oder rituellen Bedeutung der einzelnen Arten, zur Bedeutung der Jagd für die Gesellschaft, zur Körpergröße und zu weiteren Rassenmerkmalen, zum Schlachalter, zu Geschlechterverhältnissen, zur Nutzung von Haustieren, zu Handel und Subsistenz, zur Verwendung von Knochen als handwerklichem Rohmaterial, etc. Eine horizontale Auswertung der Fundverteilung

kann Aussagen über soziale Unterschiede innerhalb der Grabungsfläche erlauben, eine vertikale Auswertung Veränderungen in der Geschichte der Siedlung erkennbar machen. Anhand paläopathologischer Befunde können Krankheitsbilder rekonstruiert werden. Grabungs-, zeit- und regionenübergreifende Vergleiche lassen Schlüsse auf Veränderungen gesellschaftlicher ökonomischer Verhältnisse, Wirtschaftsweisen, landschaftsökologischer Gegebenheiten, klimatischer Bedingungen oder Fragen der Domestikationsentwicklung zu, um nur einige Beispiele zu nennen.

Zur Behandlung von Tierknochenfunden:

- Auf der Grabung können größere Tierknochen durch Handsammlung geborgen werden. Erfahrungsgemäß bewirkt dies jedoch eine Verfälschung des Artenspektrums hin zu großen Arten. Knochen kleinerer Arten (Fische, Vögel, Kleinsäuger) werden hierbei in der Regel übersehen.
- Wünschenswert, aber leider häufig nicht machbar, ist daher das Sieben oder Schlämmen des Aushubs. Das Sieben exemplarischer Bodenproben definierter Menge aus verschiedenen Befunden ist ein Kompromiß, der zumindest eine Einschätzung eventueller Möglichkeiten erlaubt.
- Bei Funden von artikulierten Skeletten ist es sinnvoll, jemanden zu Rate zu ziehen, der sich mit der Form der Knochen und der Lage im Skelettverband auskennt, um Beschädigungen des Fundes zu vermeiden.
- Bei besonderen Funden (Tierbestattung, Schädelsetzung, etc.) kann eine Blockbergung in Erwägung gezogen werden.
- Bei jedem Knochen muß zunächst der Erhaltungszustand beurteilt werden!!!
- Knochengewebe ist in bodenfeuchtem Zustand oft weich und leicht zu beschädigen. Es empfiehlt sich daher mitunter, das Objekt vorsichtig freizustellen und an der Luft trocknen zu lassen. Im trockenen Zustand sind die Knochen meist wieder stabil.
- Stark verwitterte, brüchige oder korrodierte Knochen müssen ggf. in situ oder nach der Bergung gehärtet werden. Vor einer Härtung des Knochengewebes ist in Betracht zu ziehen, ob das Härtungsmittel evtl. weitere Untersuchungen des Materials behindert (Aminosäurerazemisation, Radiokarbondatierung, etc.). Als Härter sind in den vergangenen 150 Jahren die verschiedensten Stoffe mit unterschiedlichem Erfolg getestet worden. Gegenwärtig verwendet werden Polyvinylacetate (z. B. Mowilith in einer 5 %igen Lösung in Aceton bei trockenem Material; 1 : 4 mit Wasser verdünnt bei feuchtem Material), Acrylester (z. B. Paraloid 5%ig), Holzleim (z. B. Ponal in Wasser 1 : 8) und Aminharze (in Ethylacetat; vermutlich derzeit die beste Methode). Das Härtungsmittel wird mit Pinsel oder Pipette auf das Objekt aufgetragen. In extremen Fällen kann es notwendig sein, mehrmals mit steigenden Konzentrationen zu tränken (s. hierzu KEILER 1995).
- Gut erhaltene Knochen können wie Keramik mit einer weichen Bürste gereinigt werden. Sie sollten jedoch nur kurz angefeuchtet werden, nicht lange im Wasser liegen und anschließend sofort an der Luft getrocknet werden. Es ist auf die Säuberung der Bruchkanten zu achten, um Fragmente wieder zusammenfügen und kleben zu können.
- Schlecht erhaltene Knochen nur vorsichtig trocken reinigen!
- Die vollständig trockenen (!) Funde können in Plastiktüten verpackt werden. Schädel- und Unterkiefer mit Zähnen sollten extra verpackt werden, damit evtl. beim Transport ausfallende Zähne zugeordnet werden können. Knochenfunde müssen druckgeschützt aufbewahrt werden.
- Passende Fragmente werden mit Epoxidharzkleber oder Cyanacrylat (Sekundenkleber) geklebt.

- Für die Fundbeschriftung eignet sich Tusche. Vor einer Beschriftung muß geklärt werden, ob sich dies auf geplante weitere Untersuchungen negativ auswirkt.

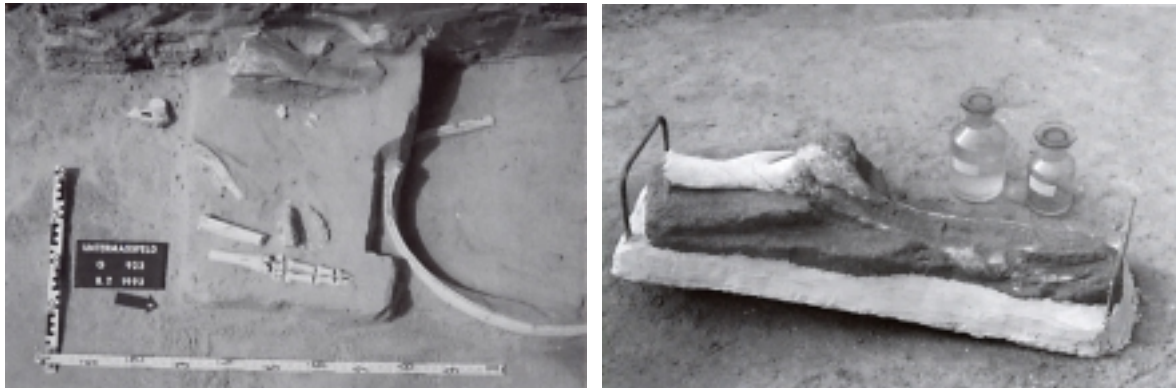


Abb. 2: a) freigestellter Fundkomplex
 b) aufwendige Härtung und Blockbergung eines besonderen Fundes
 (beide Abb. aus KEILER 1995, Tafel 3, 5)

Archäozoologische Labors, Arbeitsgruppen oder Fachbereiche gibt es inzwischen weltweit (in Österreich in Wien (3x); in Deutschland in Schleswig, Kiel, Berlin (3x), Halle, München, Tübingen und Konstanz; in Italien in Rom (2x), Siena, Sassari und Lecce, in Armenien in Yerevan). Fachvereinigungen sind das International Council for Archaeozoology (ICAZ), die Associazione Italiana di Archeozoologia (A.I.A.Z.), die Society of Ethnobiology und die Gesellschaft für Archäozoologie und Prähistorische Anthropologie (GAPA). Fachmagazine sind *Anthropozoologica*, *Archaeofauna*, *Beiträge zur Archäozoologie und Prähistorischen Anthropologie* und das *International Journal of Osteoarchaeology*.

3. Prähistorische Anthropologie

Die eigene Art hat den Menschen schon immer am meisten interessiert und daher ist die Anthropologie die Disziplin aus dem Bereich der Environmental Archaeology, die in der Archäologie die längste Tradition hat. Allerdings haben in den letzten Jahrzehnten zunehmend naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden Eingang in die Anthropologie gefunden. Der Vorteil der Anthropologen besteht darin, daß sie sich nur mit dem Skelett einer Tierart auseinandersetzen müssen (wie mir ein befreundeter Kollege kürzlich gestand). Diese Auseinandersetzung erfolgt dafür mit erhöhter Intensität. Aus Skelettfunden, aber auch aus Einzelknochen oder Leichenbrand können Daten zu Sterbealter, Geschlecht, Körpergröße, Robustizität, Gebißzustand, Pathologien, Traumata, epigenetischen Merkmalen u. a. der betreffenden Person abgeleitet werden. Histologische Untersuchungen und Spurenelementanalysen von Knochen und Zahnschmelz erlauben Aussagen zum Ernährungszustand und zur Ernährungsweise, DNS-Analysen können Verwandtschaftsbeziehungen und das Geschlecht belegen. Fundortübergreifende Vergleiche ermöglichen Aussagen zu Bestattungsriten, ethnischer Zugehörigkeit, der Verbreitung von Krankheiten und Demographie.

Zur Behandlung menschlicher Knochenfunde:

- Im Wesentlichen gelten für menschliche Knochen die gleichen Verfahrensregeln wie für Tierknochen. Hinzugefügt sei, daß

- bei menschlichen Skelettfunden die Freistellung von der Körperlängsachse aus zu den Seiten hin erfolgen soll, um Beschädigungen der noch nicht freigelegten Körperteile zu vermeiden.
- Bei Skeletten, die sich in so schlechtem Erhaltungszustand befinden, daß eine beschädigungsfreie Bergung nicht möglich scheint, sollte die Länge der erhaltenen Langknochen in situ gemessen werden, um später die Körpergröße berechnen zu können.
- Bei der Bergung sind Schädel, Becken, Arme, Beine, Wirbelsäule und Rippen getrennt voneinander zu verpacken.
- In seltenen Fällen (Katakomben, mittelalterliche Latrinen) kann Ansteckungsgefahr mit Krankheiten bestehen.



Abb. 3: Drei Skelette aus Stanwick, England (aus ENGLISH HERITAGE 2002, 9; Foto: S. Mays)

4. Taphonomie

Der Begriff 'Taphonomie' (von griechisch 'Taphos' = Tod) wurde 1940 von ISAAC EFREMOV geprägt und löste den aus der Paläontologie stammenden Begriff 'Biostratonomie' (WEIGELT 1927) ab, der inhaltlich das gleiche Gebiet umschreibt.

Die Taphonomie beschäftigt sich mit allen Vorgängen, die vom Tod eines Lebewesens bis zu seiner Auffindung und Bearbeitung durch Archäologen oder Paläontologen auf dessen Kadaver einwirken und ihn verändern. Oder andersherum ausgedrückt: Im Zentrum steht die Frage der Entstehung einer bestimmten Fundlage. Die Untersuchung beginnt bei der Todesursache und umfaßt so unterschiedliche Prozesse wie Transport, Verwesung, Verwitterung, "Trampling", Erosion, Diagenese oder Beeinflussungen durch Trockenheit, Kälte, Feuer, Wasser, Wind, Tiere, Pflanzen, Mikroorganismen, Bodenchemie, Werkzeuge, wissenschaftliche Bearbeitung und Archivierung. Taphonomische Prozesse bewirken einen Verlust von Informationen. Sie sind die Ursache dafür, daß nie das exakte Abbild der Vergangenheit gefunden wird, sondern immer ein auf vielfältige Weise veränderter Zustand. Wenn die Taphonomie bei der Interpretation einer Befundsituation nicht berücksichtigt wird, besteht die Gefahr von Fehlinterpretationen. Umgekehrt kann die Betrachtung der Spuren taphonomischer Prozesse wesentlich zum Verständnis einer Befundsituation beitragen und zusätzliche neue Informationen liefern.

Obwohl die Taphonomie sich definitionsgemäß auf Prozesse an Tierkörpern bezieht, zeigen sich in den letzten Jahren zunehmend Tendenzen, diese Art der Herangehensweise auch auf Prozesse an nichtbelebter Materie zu übertragen (vgl. z. B. SOMMER 1991). Auch in der Methode der Harris-Matrix ist diese Tendenz m. E. deutlich zu erkennen.

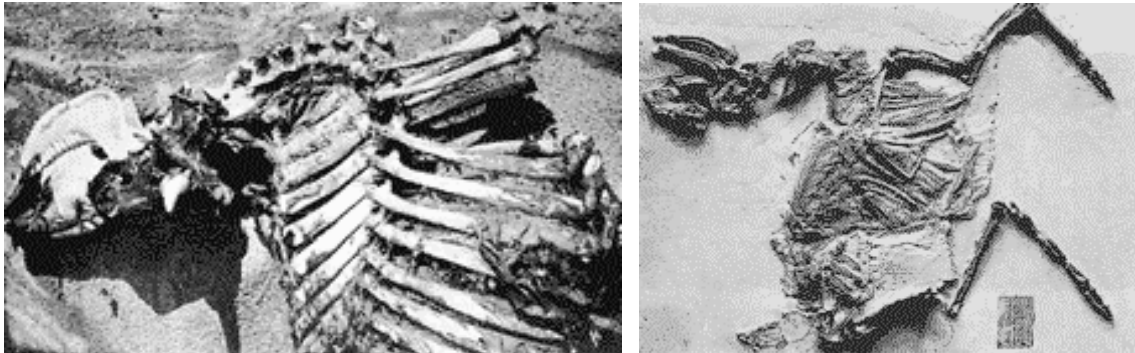


Abb. 4: a) Rinderkadaver (*Bos primigenius* f. *taurus*) mit charakteristisch verkrümmter Halswirbelsäule (Texas, USA, 1927). Diese Fundlage entsteht durch Kontraktion der Halsmuskulatur infolge schneller Austrocknung.
b) Fossil eines Hirschvorfahren (*Dicercercas fuscatus*) aus dem Miozän (Fundort Steinheimer Becken) (beide Abb. aus WEIGELT 1927)

5. Archäobotanik

Die Archäobotanik setzt sich mit allen Funden pflanzlicher Herkunft aus Grabungen auseinander. Aufgrund intensiver Forschungen in den vergangenen Jahrzehnten haben sich die Teilgebiete Palynologie und die Dendrochronologie inzwischen zu eigenständigen Disziplinen entwickelt (s. Kap. 6 und 7).

Zentrales Objekt der Archäobotanik (auch Paläoethnobotanik genannt) sind die sogenannten pflanzlichen Makroreste (Holz, Samen, Früchte, Gräser, etc.). Pflanzenreste bleiben nur unter besonderen Bedingungen in archäologischen Befunden erhalten, z. B. in wassergesättigten Befunden oder unter ähnlichen anaeroben Bedingungen, durch Verkohlung, Austrocknung oder durch Infiltration von Metalloxiden bei Lage in der Nähe von Metallfunden. Eine weitere Möglichkeit der Analyse von Pflanzen sind Abdrücke in Tongefäßen. Seltener kommen Vorratsfunde (Getreidekörner, Nüsse) vor.



Abb. 5: Funde von Pflanzenresten

Archäobotanische Untersuchungen geben einen Überblick über die Artenvielfalt in der Umgebung der Fundstelle. Sie geben Hinweise auf die Nutzpflanzen, die von den

Bewohnern einer Siedlung angebaut (Achtung! Das Wort bedeutet in deutsch etwas anderes als in österreichisch) wurden, auf deren Häufigkeit und wirtschaftliche Bedeutung. Sie liefern Informationen über die Nahrung der Bewohner, über Kleidung (Leinen, Hanf), Färbemethoden, Heilpflanzen, Viehfutter, Korbflechterei, Haus-Wagen-, Bootsbau, auf den Nährstoffgehalt des Bodens, die Vegetations- und Landschaftsformen (Bewaldung, Moor, Weiden, Gärten, etc.), handwerkliche Tätigkeiten und vieles andere.

Zur Behandlung von Pflanzenfunden:

- Abgesehen von Holz sind Pflanzenreste in der Regel klein. Sie müssen daher vor der Bestimmung aus Bodenproben isoliert werden. Es ist vorteilhaft, diese Aufbereitung bereits auf der Grabung vorzunehmen, um Transport und Lagerung großer Probenmengen zu vermeiden. Wenn dies nicht möglich ist, können Proben zur Aufarbeitung im Labor genommen werden (s. Kap. 13). Heute übliche Aufbereitungsmethoden sind das Schlämmen und die sogenannte Flotation, in Ausnahmefällen kann Trocken-Sieben angewendet werden.
- Proben aus Feuchtsedimenten (Moore, Seeböden) müssen anders behandelt werden als Proben aus Trockensedimenten, da Erstere aufgrund besserer Erhaltungsbedingungen in der Regel wesentlich mehr Pflanzenreste enthalten.
- Probenentnahme bei Aufarbeitung auf der Grabung
Im Idealfall sollten aus jeder Siedlungsschicht bei Feuchtsedimenten mindestens 20 Proben á 0,5 - 5 Liter, aus Trockensedimenten deutlich mehr Proben á 5 - 20 Liter (bis zu 150 l) entnommen werden. Die Probenmenge ist abhängig von der Funddichte. Eine große Bedeutung kommt der Verteilung der Proben in der Grabungsfläche zu. Zumindest sollte aus jedem Befund eine Probe für die Makrorestbestimmung entnommen werden. Von jeder Probe muß das Volumen und möglichst auch das Gewicht bestimmt werden. Die Proben müssen mit einer sauberen Kelle aus frisch angeschnittenen Profilen oder Befunden entnommen und in sauberen Behältnissen transportiert werden, um eine Kontamination durch rezente Vegetation auszuschließen.
- Schlämmen
Bodenprobe in einer Schüssel mit Wasser einweichen (evtl. mit etwas Spülmittel; bei stark organischen Proben kann zur Auflösung der Bodenstruktur 5 - 10%ige Kalilauge zugesetzt werden). Klumpen mit den Händen zerdrücken und umrühren. Leichte Pflanzenteile schwimmen jetzt u. U. auf, diese müssen abgeschöpft, vorsichtig sauber gespült und extra behandelt werden. Dann die Bodensuppe langsam durch einen Turm mit verschiedenen großen Sieben (Standardmaschenweiten 2,0 - 1,0 - 0,5 - 0,25 mm) gießen und mit dem Schlauch durchspülen (s. Abb. 6a). Wenn kein fließendes Wasser vorhanden ist, kann auch mit mehreren Schüsseln gearbeitet werden. Die ausgesiebten Pflanzenreste werden in Stofftüchern zum Trocknen auf die Leine gehängt. Wenn möglich sollten die einzelnen Siebfraktionen getrennt voneinander druckgeschützt und dunkel in Plastikbeuteln aufbewahrt werden. Das Schlämmen einer 10 l-Probe dauert ca. drei Stunden.
- Flotation
Hierfür braucht man eine Tonne, an der ein Überlauf angebracht ist. Oben in der Tonne befindet sich ein feines, aber stabiles Netz, welches mit starken Klemmen am Tonnenrand befestigt ist. Mit einer Pumpe wird von unten Wasser in die Tonne gepumpt. In das Netz gibt man die Bodenprobe und löst sie auf. Nach der Auflösung werden die leichten organischen Bestandteile über den Überlauf in den Siebturm gespült (s. Abb. 6b). Danach wie beim Schlämmen für die Laboruntersuchung verfahren.

- Sieben
Sedimente aus lockeren trockenen Böden (z. B. aus Wüsten) können trocken gesiebt werden. Bei bindigen Böden ist davon jedoch abzuraten, da die Pflanzenreste durch die mechanische Zerkleinerung beschädigt werden können.
- Für die Holzartenbestimmung reicht in der Regel ein kleines Stück des Holzes. Das Holz darf nicht konserviert werden.
- Ein Vorteil des Schlämmens, Siebens und der Flotation ist, daß dabei Knochen kleiner Wirbeltiere, Mollusken und Insekten mit erfaßt werden.

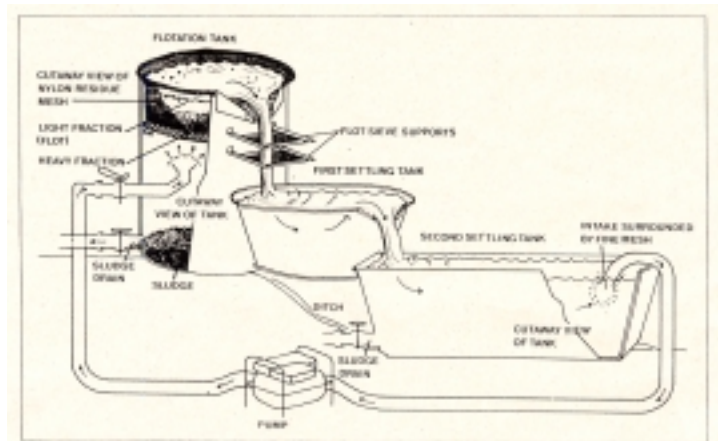


Abb. 6: a) Schlämmen von Bodenproben mit Siebturm
b) Flotationsanlage (beide Abb. aus JACOMET & KREUZ 1999, 119, 122)

6. Dendrochronologie

Die Dendrochronologie (von griechisch Dendron = Baum, chronos = Zeit) wurde Anfang des 20. Jhdts. von ANDREW ELLIOT DOUGLASS begründet. Die Methode basiert auf der Tatsache, daß Bäume nur an ihrer äußersten Gewebeschicht unterhalb der Rinde (Kambium) wachsen. In gemäßigten, semiariden und borealen Klimazonen bilden sich dadurch aufgrund des jahreszeitlichen Klimawechsels Jahrringe. Im Laufe der Jahre entsteht so eine nahezu einmalige charakteristische Jahrringsequenz, die für alle Bäume einer Art innerhalb eines klimatischen, geographischen und ökologischen Raumes ein typisches Muster bildet (s. Abb. 7). Durch Abgleich von Baumquerschnitten mit immer älterem Fälldatum läßt sich diese Jahrringsequenz in die Vergangenheit verlängern. Mittels mathematischer Methoden wird die Sequenz in eine Kurve umgesetzt, in die archäologische Funde eingehängt werden können. Wenn dies gelingt, kann das Fälldatum des Baumes auf das Jahr bzw. sogar auf die Jahreszeit genau angegeben werden. Zu beachten ist, wie gesagt, daß dies jeweils nur für eine Baumart und einen regionalen Raum gilt. In Süddeutschland reicht beispielsweise die Eichenholz-Chronologie derzeit bis etwa 8000 v. Chr. zurück. Laut Auskunft armenischer Kollegen ist eine dendrochronologische Datierung in Armenien bis heute nicht möglich, da nicht genügend Baumproben vorliegen, um eine vollständige dendrochronologische Kurve aufzustellen. Dennoch sollte im Falle von Holzerhaltung mit Jahrringen erwogen werden Proben für zukünftige Generationen zu nehmen.

Abgesehen von der reinen Datierung lassen sich bei Vorliegen zahlreicher Probenmengen (z. B. Pfahlbausiedlungen) auch Aussagen zur Entwicklung von Siedlungen oder zur Struktur der umgebenden Wälder treffen. Außerhalb der Archäologie leistet die Dendrochronologie Beiträge zu Geowissenschaften, Meteorologie und Ökologie.

Zur Behandlung von Dendroproben:

- In Mitteleuropa gibt es zur Zeit Jahrringkurven für die Baumarten Eiche, Kiefer, Tanne, Fichte, Buche, Esche und Erle.
- Eine Probe sollte derzeit mindestens 50 Jahrringe umfassen, bei weniger als 25 Jahrringen ist eine sichere Datierung zur Zeit nicht möglich.
- Für die Ermittlung des genauen Fälldatums ist die Erhaltung der äußeren Jahrringe notwendig. Deshalb ist darauf zu achten, daß die Waldkante oder zumindest die Splintgrenze erhalten ist (s. Abb. 7).
- Proben können als Baumscheiben oder Bohrkerne genommen werden. Baumscheiben sollen 2 - 8 cm dick, möglichst astfrei und regelmäßig gewachsen sein, Bohrkerne sollen 16 - 25 mm Durchmesser haben.
- Wenn möglich sollten mehrere Proben genommen werden.
- Dendroproben müssen gegen Tageslicht und Temperaturschwankungen, Feuchthölzer zusätzlich gegen Austrocknung und Dekompositionsvorgänge geschützt werden. Letztere sollen daher eng in Plastikfolie eingeschlagen aufbewahrt werden.
- Verkohlte Hölzer müssen vor der Untersuchung stabilisiert werden (z. B. mittels einer Acrylharzlösung in Aceton).
- Bei Objekten, die nicht beschädigt werden dürfen, kann die Untersuchung unter Umständen auch direkt am Objekt, anhand von Fotos, durch Abpausen oder mittels Computertomographie durchgeführt werden.



Abb. 7: Entnahme eines Bohrkerns aus einem Eichenstamm (Foto: Preßler)

7. Palynologie

Das Arbeitsfeld der Palynologie sind Pollen und Sporen. Pollen werden die Samen der Höheren Pflanzen genannt, Sporen die von Farnen und Pilzen. Sie werden durch Wind, Regen und Gewässer in der Umgebung der Pflanzen bzw. Pilze verbreitet. Sie erhalten sich relativ gut unter sauren oder sauerstoffarmen Bedingungen (Moore, Seesedimente).

Pollendiagramme liefern Informationen über die Vegetation im Umkreis von einigen hundert Metern bis zu einigen Kilometern einer Fundstelle. Aus einem Pollendiagramm läßt sich die Veränderung der Zusammensetzung der Baumarten während einer Siedlungsphase und die Dauer einer Siedlungsphase abschätzen. Pollendiagramme zu interpretieren ist eine Sache für Spezialisten mit viel Erfahrung,

da sehr viele Faktoren einbezogen werden müssen. Manche Pollenarten fliegen beispielsweise weiter als andere und besagen nicht notwendigerweise, daß die entsprechende Pflanze in der Nähe des Fundortes wuchs. Andere Pflanzen produzieren besonders viel Pollen und sind somit möglicherweise überrepräsentiert. Auch die Hauptwindrichtung muß bei der Interpretation beachtet werden. Wichtig ist die Betrachtung komplexer Strukturen und gegenseitiger Ausschluß- und Abhängigkeitsverhältnisse, die ein hohes Maß an pflanzensoziologischen Kenntnissen voraussetzen. Erst damit wird die Pollenanalyse zu einem Instrument mit sehr hohem Informationsgehalt.

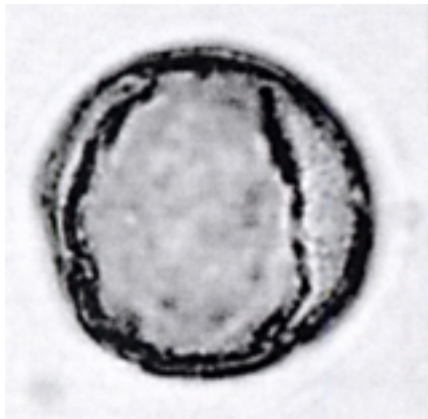


Abb. 8: Eichenpollen (*Quercus spec.*), x1000 (aus ENGLISH HERITAGE 2002, 15; Foto: J. R. M. Allen)

Zur Behandlung von Pollenproben:

- Bei der Öffnung einer archäobotanischen Probe (s. Kap. 4) sollte wegen der Kontaminationsgefahr immer zuerst die Pollenprobe entnommen werden.
- Pollenproben müssen im Labor chemisch aufbereitet werden, bevor sie unter dem Mikroskop bestimmt werden können.

8. Paläoentomologie

Paläoentomologen befassen sich mit den Überresten von Insekten aus paläontologischen oder archäologischen Fundstellen. Insekten besitzen ein Exoskelett aus Chitin, daß sich unter sauerstoffarmen Bedingungen über lange Zeiträume erhalten kann. Am häufigsten werden Körperteile von Käfern gefunden, aber auch andere Arten wie z. B. Fliegen, Flöhe oder Köcherfliegen kommen vor. Insekten sind die artenreichste Tierklasse auf der Erde und einige Arten haben sehr enge ökologische Bedürfnisse (z. B. Abhängigkeit von bestimmten Pflanzenarten oder Umgebungstemperaturen). Sie sind infolgedessen sehr sensible Indikatoren für Veränderungen der jeweiligen Parameter und erlauben in bestimmten Fällen die Rekonstruktion paläoökologischer und klimatischer Verhältnisse. Beispielsweise läßt der Vergleich der heutigen Verbreitung des Nesselkäfers *Heterogaster urticae* mit der durch archäologische Funde belegten historischen Verbreitung den Schluß zu, daß die durchschnittlichen Sommertemperaturen in England in vergangenen Jahrhunderten um mehrere Grad über dem heutigen Durchschnittswert lagen (KENWARD 2004). Flöhe und Kopfläuse hingegen bezeugen direkt hygienische Verhältnisse.

Zur Behandlung von Insektenproben:

- Insektenreste können sowohl durch Handsammlung als auch durch Sieben oder Schlämmen (s. Kap. 4) gewonnen werden.

- Es sind keine speziellen Probenentnahmeverfahren notwendig.
- Um mechanische Beschädigungen zu vermeiden, sollten Insekten am besten in Schnappdeckelgläsern mit Watte aufbewahrt werden, entweder trocken oder in 75%igem Alkohol.



Abb. 9: a) Kopf einer Kopflaus (*Pulex irritans*). Kopfläuse wurden häufig in Fußbodenbefunden im mittelalterlichen York, England, gefunden (aus ENGLISH HERITAGE 2002, 10; Foto: H. K. Kenward)
 b) Ei des Nematoden *Trichurus ovis*, einem Parasiten von Wiederkäuern (aus ENGLISH HERITAGE 2002, 12; Foto: J. R. G. Daniell)

• Paläoparasitologie

Eine etwas unappetitliche Fachrichtung, denn ihr Untersuchungsobjekt ist vorwiegend Scheiße: Koprolithen, (mittelalterliche) Latrinenfüllungen und Abfallgruben werden auf das Vorkommen von Endoparasiten hin analysiert. Die häufigsten Funde sind die Eier von Nematoden und die Dauerstadien (Zysten) von Bandwürmern.

Parasitenfunde werfen Licht auf den Gesundheitszustand von Individuen und Populationen, sie zeigen die Kontamination mit menschlichem und tierischem Kot an. Proben für die Paläoparasitologie können von Bodenproben (s. Kap. 13 und Abb. 10) abgenommen oder direkt aus erfolgversprechenden Befunden gezogen werden.

10. Geoarchäologie

Die Geoarchäologie untersucht geologische Prozesse der Erdoberfläche, die Auswirkungen auf vergangene menschliche Aktivitäten haben. Der Blickwinkel reicht dabei von der mikroskopischen Analyse von Boden und Sedimenten bis zu großräumigen Landschaftsveränderungen (z. B. durch Eiszeiten oder Erdbeben). Natürliche wie kulturelle Prozesse (z. B. Erosion und Kultivierung) greifen in den Erdboden ein und verursachen Veränderungen, die ihrerseits wieder auf die ehemaligen Bewohner einer Landschaft zurückwirken. Einige Anwendungsgebiete geoarchäologischer Forschung sind die Stratigraphie der geologischen Grundsubstanz (Kernbohrungen), chemische und physikalische Beurteilung des Bodens (z. B. Phosphatgehalt, Korngröße, pH-Wert, organischer Kohlenstoffgehalt, Paläomagnetismus), geophysikalische Prospektion, Dünnschliffanalyse, Mineralogie, Landschaftsformationsstudien. Einige besonders spektakuläre Ergebnisse der Geoarchäologie sind die Bestimmungen der Herkunft von Baustoffen oder Edelsteinen und damit der Rekonstruktion von Transport- und Handelswegen.

Zur Behandlung von geoarchäologischen Proben:

- Proben für die Geoarchäologie können von Bodenproben (s. Kap. 13 und Abb. 10) abgenommen oder direkt gezogen werden. Eine besondere Behandlung der Proben ist nicht notwendig.
- Zur farblichen Beurteilung des Bodens sollten standardisierte Farbtafeln (z. B. die Munsell Soil-Color-Chart oder die Rock-Color-Chart) verwendet werden.

11. Radiokarbondatierung

Auf die ^{14}C -Methode soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Hier lediglich einige Hinweise

zur Behandlung von Radiokarbonproben:

- Bei der Probenentnahme für die Radiokarbondatierung ist peinlichst genau auf die Vermeidung von Kontaminationen zu achten. Das heißt keine Berührung des Probenmaterials mit Händen, Papier, Pappe, Watte oder anderen organischen Materialien. Die Werkzeuge, mit denen der Fund berührt wird (Kelle, Spatel, etc.), müssen vorher gründlich gereinigt werden. Während der Probenentnahme darf nicht geraucht werden und auch Verbrennungsabgase (Generator, Auto, Ofenheizung) sollte man vermeiden.
- Die Probenmengen liegen je nach Substrat zwischen 15 g (Holzkohle) und 100 g (Knochen). Neue, aber teure Meßverfahren erlauben Datierungen von Probenmengen im Milligrammbereich.

12. Weitere Fachgebiete

Mittels hochspezifischer moderner Analyseverfahren (Atomabsorptionsspektrometrie (AAS), Massenspektrometrie (AMS), Gaschromatographie (GC), etc.) lassen sich **Biomoleküle**, wie **Fette**, **Proteine**, **Collagen** und **DNS** auch in geringen Mengen nachweisen. Biomoleküle erhalten sich am besten unter stabilen, kühlen und trockenen Bedingungen. Bei Knochenfunden kann unter bestimmten Bedingungen die anorganische Komponente des Knochens die DNS vor Zersetzung schützen. Lipide und Proteine können z. B. in Keramikgefäßen erhalten bleiben und so Aufschluß über deren Inhalt geben. Eine noch im Entwicklungsstadium begriffene biomolekulare Datierungsmethode ist die **Aminosäurerazemisation**. Alle biomolekularen Messungen sind stark anfällig für Kontaminationen. Probenentnahmen müssen daher vorher mit den zuständigen Spezialisten abgesprochen werden.

Ostrakoden, winzige Kriebstierchen mit artspezifisch geformten Kalkschalen, besiedeln limnische und marine Gewässer. Die Verbreitung der einzelnen Arten wird durch Faktoren wie Salinität, Temperatur, Wassertiefe, Sauerstoffgehalt, pH-Wert, etc. beeinflusst. Das Vorkommen bzw. die Abwesenheit bestimmter Arten läßt daher Rückschlüsse auf die Gewässerart- und Qualität zu. Dasselbe gilt im Prinzip für **Foraminiferen**, tierische Einzeller mit Kalkschalen, die jedoch nur im Salzwasser vorkommen. Sie wurden in der Vergangenheit beispielsweise genutzt, um Meeresspiegelveränderungen zu belegen, die Einfluß auf Küstensiedlungen hatten. Auch anhand von **Diatomeen**, einer Algengruppe mit erhaltungsfähigen Silikateinlagerungen, lassen sich derartige Daten gewinnen.

Phytolithen sind mikroskopisch kleine kristalline Körper, die in den oberirdischen Organen von Pflanzen eingelagert werden und mitunter deren Bestimmung erlauben, wenn die organischen Teile der jeweiligen Pflanzen längst vergangen sind. Die Methode ist noch nicht ausgereift, so daß die Artzuordnung bis dato noch nicht immer möglich ist.

13. Grundsätzliches

- Vor dem Beginn einer Untersuchung muß die Formulierung einer konkreten Fragestellung stehen, die in der Projektbeschreibung festgehalten werden sollte.
- Weiterhin sollte vor dem Beginn eine Einschätzung darüber stattfinden, welche Untersuchungen aufgrund der spezifischen Situation der Fundstelle Sinn machen. Welche Funde sind aufgrund der Erhaltungsbedingungen überhaupt zu erwarten?
- Wenn verschiedene Untersuchungen geplant sind, ist es sinnvoll die Probenentnahmen miteinander zu koordinieren, um eine zusammenhängende Interpretation zu ermöglichen.
- Eine wichtige Frage ist die des Versuchsdesigns (engl. "sampling strategy"). Hierbei ist zwischen einer Probenentnahme nach einem definierten systematischen Raster, einer Beprobung auf der Basis statistischer Zufallsverteilung oder aufgrund subjektiver Einschätzung erfolversprechender Befunde zu wählen. Alle drei Methoden haben Vor- und Nachteile (s. z. B. ENGLISH HERITAGE 2002, 18-20; JACOMET & KREUZ 1999, 98-102). In jedem Fall sollte das Versuchsdesign so flexibel gestaltet werden, daß auf Veränderungen im Laufe der Grabung reagiert werden kann.
- Probenentnahme zur Aufarbeitung im Labor (sog. "monolith samples"): Die Probenentnahme kann beispielsweise mit rechteckigen Blumenkästen oder Kuchenformen erfolgen (s. Abb. 10). Die Probenkästen sollen in saubere Plastikfolie eingewickelt und dunkel und kühl gelagert werden, um Algen- und Pilzwachstum zu vermeiden. Bei der Aufarbeitung einer solchen Probe im Labor können parallel Pollen-, sowie geoarchäologische und archäozoologische Proben gezogen werden.
- Es ist eigentlich ein archäologischer Allgemeinplatz, aber es kann nicht oft genug gesagt werden: Grundsätzlich gilt, daß akribisch auf eine exakte und allgemeinverständliche Beschriftung der Proben und Funde geachtet werden muß. Es muß immer nachvollziehbar bleiben aus welchem Befundzusammenhang die Probe stammt. Es sollte eine Liste der Proben mit ergänzenden grabungs- und befundspezifischen Informationen angefertigt werden.
- Insbesondere wenn Proben von externen Wissenschaftlern bearbeitet werden, die mit der örtlichen Grabungssituation nicht vertraut sind, muß eine intensive Kommunikation zwischen den Beteiligten stattfinden.
- Für alle Methoden, die keine direkte Datierung ermöglichen, gilt, daß nur eindeutig datierbare Schichten oder Befunde aussagekräftige Ergebnisse bringen. Proben aus gestörten Befunden lohnen den Aufwand nicht.

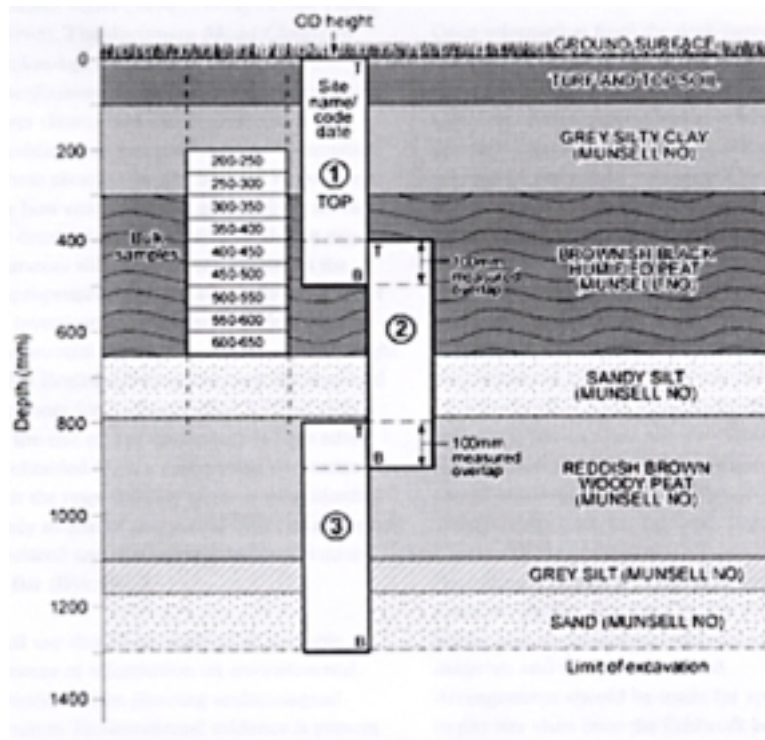


Abb. 10: Beispiel für die Probenentnahme für biostratigraphische und geoarchäologische Analysen aus einem Profil (aus ENGLISH HERITAGE 2002, 22)

14. Literatur

zu Environmental Archaeology allgemein:

BARKER, PHILIP J. (1986): *Understanding Archaeological Excavation*, London

ENGLISH HERITAGE (2002): *Environmental Archaeology – A guide to the theory and practice of methods, from sampling and recovery to post-excavation*, Portsmouth

FOWLER, PETER J. (1977): *Approaches to Archaeology*, London

zu Archäozoologie und Paläoentomologie:

BINFORD, LEWIS ROBERTS (1981): *Bones - Ancient Men and Modern Myths*, London

BROTHWELL, DON R. (1963): *Digging up Bones*, London

DAVIS, SIMON J. M. (1995): *The Archaeology of Animals*, 2nd edition, London

KEILER, JOHN-ALBRECHT (1995): *Bergung und Präparation pleistozäner Wirbeltierreste*, Restaurierung und Museumstechnik 12, Weimar

KENWARD, HARRY (2004): *Do Insect Remains from Historic-Period Archaeological Occupation Sites Track Climate Change in Northern England.* – *Environmental Archaeology* 9, 47-59

KOKABI, MOSTEFA (1994): *Osteologie*. in: BIEL, JÖRG & KLONK, DIETER (1994): *Handbuch der Grabungstechnik*, Kapitel 6.3, Stuttgart

SCHMID, ELISABETH (1972): *Knochenatlas für Prähistoriker, Archäologen und Quartärgeologen*, Amsterdam

zu Prähistorischer Anthropologie:

CORNWALL, I. W. (1974): *Bones for the Archaeologist*, London

HERRMANN, BERND / GRUPE, GISELA, / HUMMEL, SUSANNE / PIEPENBRINK, HERMANN / SCHUTKOWSKI, HOLGER (1990): *Prähistorische Anthropologie*, Berlin

HESSE, HENRIKE & VOGT, UWE (o. D.): *Freilegen, Bergen und Verpacken von Skeletten*, Osteologischer Begleittext für archäologische Untersuchungen im Land Berlin, Berlin

WAHL, JOACHIM (1994): *Anthropologie*. in: BIEL, JÖRG & KLONK, DIETER (1994): *Handbuch der Grabungstechnik*, Kapitel 6. 2, Stuttgart

zu Taphonomie:

ANDREWS, PETER (1990): *Owls, Caves and Fossils*, London

BRAIN, CHARLES KIMBERLIN (1981): *The Hunters or the Hunted?*, Chicago

LYMAN, ROGER LEE (1994): *Vertebrate Taphonomy*, Cambridge

SHIPMAN, PAT (1981): *Life History of a Fossil*, Cambridge

SOMMER, ULRIKE (1991): *Zur Entstehung archäologischer Fundvergesellschaftungen – Versuch einer archäologischen Taphonomie*, Studien zur Siedlungsarchäologie I, Universitätsforschungen zur Prähistorischen Archäologie 6, 51-193

WEIGELT, JOHANNES (1927): *Rezente Wirbeltierleichen und ihre paläontologische Bedeutung*, Leipzig

zu Archäobotanik, Palynologie, Dendrochronologie:

BILLAMBOZ, ANDRÉ (1994): *Dendrochronologie*. in: BIEL, JÖRG & KLONK, DIETER (1994): *Handbuch der Grabungstechnik*, Kapitel 8.1, Stuttgart

JACOMET, STEFANIE & KREUZ, ANGELA (1999): *Archäobotanik – Aufgaben, Methoden und Ergebnisse archäobotanischer und agrargeschichtlicher Forschung*, Stuttgart

KÜSTER, HANSJÖRG (1994): *Arbeitsweise, Aussagemöglichkeiten von Vegetationsgeschichte und Archäobotanik, Erkennen von aussagekräftigem Fundgut*. in: BIEL, JÖRG & KLONK, DIETER (1994): *Handbuch der Grabungstechnik*, Kapitel 6.1, Stuttgart

Planck, Dieter (Hrsg.) (1999): *Archäologische Ausgrabungen und Prospektion – Durchführung und Dokumentation*. – Archäologisches Nachrichtenblatt 4 (1)

15. Internetadressen

Environmental Archaeology allgemein:

Association for Environmental Archaeology (AEA): www.envarch.net

zu Archäozoologie:

Associazione Italiana di ArcheoZoologia (A.I.A.Z.): www.aiaz.unito.it

Gesellschaft für Archäozoologie und Prähistorische Anthropologie (GAPA): www.gapa-kn.de

International Council for Archaeozoology (ICAZ): www.nmnh.si.edu/icaz

Knochenarbeit: www.knochenarbeit.de

Society of Ethnobiology: www.ethnobiology.org

Zooarchaeology Home Page: www.zooarchaeology.com

zu Archäobotanik, Palynologie, Dendrochronologie:

DendroNet: www.dendro.de

Labor für Dendrochronologie der Stadt Zürich: www.dendrolabor.ch

Yerevan, September 2004