

# ARCHÄOBIOLOGISCHER UND GEOARCHÄOLOGISCHER FELDKURS 2023

## Handout Archäobiologie

Sabine Deschler-Erb, Örne Akeret, Simone Häberle



Proben nehmen



Aufbereiten



Auslesen und bestimmen



Erfassen und Auswerten

# IPNA

**Integrative Prähistorische und Naturwissenschaftliche Archäologie**

**Universität Basel, Spalenring 145, 4055 Basel**

[ipna.unibas.ch](http://ipna.unibas.ch)

**Kurs 2023: Mühlendorf in  
Kärnten, Österreich**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. EINLEITUNG .....</b>	<b>3</b>
<b>2. TYPEN VON RESTEN .....</b>	<b>3</b>
2.1. GROSSE KNOCHEN: .....	3
2.2. ÜBRIGE BIOLOGISCHE RESTE: .....	4
<b>3. ERHALTUNG .....</b>	<b>5</b>
3.1. WELCHE FAKTOREN BEEINFLUSSEN DIE ERHALTUNG VON PFLANZEN- UND TIERRESTEN? WESHALB BLEIBEN SIE ERHALTEN? ..	5
3.2. AUSWIRKUNGEN VERSCHIEDENER LAGERUNGSBEDINGUNGEN AUF DIE ERHALTUNG VON PFLANZEN- UND TIERRESTEN, ERHALTUNGSFORM UND ERHALTUNGSFÄHIGKEIT VON RESTEN .....	5
AUS DEM OBIGEN SCHEMA FOLGT: .....	6
3.3. TAPHONOMIE .....	7
<b>4. ABLAUF EINER ARCHÄOBIOLOGISCHEN UNTERSUCHUNG: ÜBERSICHT.....</b>	<b>8</b>
<b>5. BEPROBUNG ARCHÄOLOGISCHER ABLAGERUNGEN.....</b>	<b>9</b>
5.1. VOLUMEN DER PROBEN .....	9
5.2. DOKUMENTATION .....	10
5.3. BESCHRIFTUNG, VERPACKUNG, AUFBEWAHRUNG .....	10
5.4. PROBEN-ENTNAHME-STRATEGIEN, TECHNIKEN DER PROBENENTNAHME .....	11
<b>6. METHODEN, UM DIE PFLANZEN- UND ZOOLOGISCHE KLEINRESTE AUS DEN PROBEN ZU EXTRAHIEREN = AUFBEREITUNG .....</b>	<b>23</b>
6.1. PROBE BESCHREIBEN .....	23
6.2. WENN NÖTIG: ENTNAHME VON STICH-/RESERVEPROBEN: MIT PROBENTEILER ODER MIT GITTERNETZMETHODE.....	23
6.3. VORBEHANDLUNG VOR DEM EINWEICHEN:.....	23
6.4. PROBE IN WASSER EINWEICHEN .....	24
6.5. VOLUMEN DER PROBE MESSEN.....	24
6.6. PROBE SIEBEN.....	24
6.7. TRENNEN VON ORGANISCHEM UND ANORGANISCHEM ANTEIL .....	26
6.8. VOLUMEN DER FRAKTIONEN MESSEN.....	27
6.9. AUFBEWAHREN BIS ZUR UNTERSUCHUNG:.....	27
<b>7. AUSLESEN, BESTIMMEN UND QUANTIFIZIERUNG .....</b>	<b>28</b>
7.1. DETAILLIERTE UNTERSUCHUNG .....	28
7.2. SOG. „RAPID SCANNING“: .....	30
<b>8. AUSWERTUNG.....</b>	<b>30</b>
8.1. QUANTIFIZIERUNG UND AUSWERTUNG IN DER ARCHÄOZOOLOGIE (HANDAUFGELESENE = GRÖßERE KNOCHEN) .....	31
8.2. QUANTIFIZIERUNG UND AUSWERTUNG DER ÜBRIGEN BIOLOGISCHEN RESTE (BOTANISCHE MAKRORESTE UND ZOOLOGISCHE KLEINFUNDE).....	32
<b>9. LITERATUR.....</b>	<b>34</b>
9.1. GENERELLES .....	34
9.2. ARCHÄOZOOLOGIE.....	34
9.3. ARCHÄOBOTANIK.....	35

# 1. Einleitung

Archäobiologie befasst sich mit der Untersuchung **pflanzlicher (Archäobotanik)** und **tierischer (Archäozoologie)** **Reste** aus **anthropogenen Ablagerungen**<sup>1</sup> früherer Zeiträume. Aus diesen werden **Rückschlüsse auf Aktivitäten des Menschen** gezogen:

→ **Beschaffung von Nahrung und Rohstoffen, Ernährung**

→ **Funktion von Strukturen**

→ **Siedlungsstrukturen, Aktivitätsbereiche**

→ **Riten, Kult**

→ **Aussehen der Landschaft (Umwelt)**

Sind verschiedene Plätze untersucht, werden

→ **Regionale / überregionale Vergleiche**  
(innerhalb einer Zeitstufe)

sowie die Rekonstruktion

→ **Chronologischer<sup>2</sup> Entwicklungen**

möglich.

## Weshalb sind Rückschlüsse möglich?

Pflanzen und Tiere hatten nicht nur heute, sondern erst recht in früherer Zeit eine sehr **grosse Bedeutung** für den Menschen, z. Bsp. als Nahrung, als Rohstoff, bei religiösen Handlungen usw.

Sie gelangten deshalb in grosser Menge, zu einem guten Teil als Abfälle, in den Boden und sind deshalb wie die anderen archäologischen Funde überliefert<sup>3</sup>.

# 2. Typen von Resten

## 2.1. Grosse Knochen:

Werden auf der Grabung wie die anderen Funde (Artefakte) von Hand aufgelesen, da sie von Auge sichtbar sind. Um später eine möglichst genaue Flächenverteilung vornehmen zu können, und dadurch auch Zusammenhänge mit archäologischen Strukturen sehen zu können, ist es notwendig, alle Knochen auf der Grabung nach **Viertelquadratmetern** aufzunehmen. Etliche Beispiele haben gezeigt, dass quadratmeterweise Erfassung der Funde für die Rekonstruktion ihrer Flächenverteilung vielfach zu ungenau ist. Um den

### MERKE:

**Botanische und zoologische Reste** sind also - ebenso wie Keramik oder andere Artefakte - **archäologische Funde**. Sie tragen ebenfalls dazu bei, die Lebensumstände und Lebensäusserungen der Menschen früherer Zeiten zu rekonstruieren. Ihre Verteilung in den Befunden unterliegt den gleichen Gesetzmässigkeiten wie jene der übrigen Artefakte (deshalb werden sie auch als **Ökofakte** bezeichnet). Sie gelangten fast ausnahmslos durch anthropogene<sup>4</sup> Aktivitäten wie Ernte, Schlachten, Jagen, Sammeln, Kochen, Abfallentsorgung oder Handel in die Schichten.

Biologische Reste ergeben immer nur ein **indirektes** Bild vergangener Zustände (im Gegensatz zu direkten Daten wie z.B. schriftliche Quellen): sie liefern sog. **Proxy-Daten**, aus denen vergangene Zustände (unter Beziehung verschiedener Hilfsmittel) **rekonstruiert** werden. Rekonstruktionen sind immer mehr oder weniger wahrscheinliche **Hypothesen**.

Die Arbeit der Archäobiologie beginnt nicht erst im Labor: sehr wichtig ist eine Mitarbeit der SpezialistInnen **auf der Grabung**, um zusammen mit den AusgräberInnen resp. den GrabungstechnikerInnen die Strategie der Probenahme zu besprechen und sich einen Überblick über die Befunde zu verschaffen. Durch die ArchäobiologInnen sollten wenn möglich **auf der Grabung Testproben geschlämmt** werden, um den Probenumfang in etwa festzulegen und die Fragestellung zu verfeinern. Auch sind von Fall zu Fall durch alle Beteiligten "Spezialfälle" zu begutachten.

Zeitaufwand bei der Flächenzuweisung möglichst gering zu halten, reicht es, im Quadratmetersystem der Grabung zu bleiben und den Knochen neben den Koordinaten des Fundquadrates oder der Fundkomplex-Nr. nur eine Quadrantenangabe (z.B. I,II,III, IV) zu vergeben. Dieses Vorgehen ist nicht bei jeder Grabung sinnvoll. Es sollte jedoch im Vorfeld jeder grösseren und wichtigeren Grabung mit den SpezialistInnen abgesprochen werden. Weiteres siehe Faltblatt aus AS 2, 1999

<sup>1</sup> Nur selten umfasst Archäobiologie auch die Untersuchung natürlicher Sedimente, nämlich dann, wenn versucht wird, dort menschlichen Einfluss nachzuweisen. WissenschaftlerInnen, die sich mit

natürlichen Ablagerungen beschäftigen, heissen PaläontologInnen, PaläoökologInnen o.ä.m.

<sup>2</sup> Entwicklungen im Lauf der Zeit

<sup>3</sup> Weitere Informationen hierzu liefert S. 21.

<sup>4</sup> durch den Menschen bedingt

## 2.2. übrige Biologische Reste:

Die meisten biologischen Reste sind so **klein**, dass sie nicht einzeln von Auge sichtbar und somit nicht einzeln geborgen werden können. Sie müssen aus **Proben**, die man auf der Grabung nimmt, durch

Sieben ("Schlämmen") extrahiert und mit Hilfe von Stereolupen ausgelesen und identifiziert werden.

### 2.2.1. Zoologische Kleinfunde: Grösse normalerweise >0,5 mm bis etwa 10 mm

- Knochen von neonaten bis juvenilen Haus- und Wildtieren
- Kleinknochen und Knochenfrag. von adulten Schlachttieren
- Knochen und Schuppen von Fischen
- Knochen von Amphibien, Reptilien
- Knochen von Kleinsäugetern
- Knochen von Singvögeln
- Insektenreste
- Molluskenschalen



Kleine Knochen aus einer römischen Fundstelle in Vindonissa (Windisch-Breite). Masstab: mm

### 2.2.3. Botanische Makroreste: alle Pflanzenteile ><sup>5</sup> ca. 0,1 mm die wichtigsten sind:

- Samen und Früchte
- Teile von Fruchtständen
- Holz und Rinde, Stängel
- Blätter (inkl. Nadeln)
- Knollen, Wurzeln, Zwiebeln
- div. ganze od. Teile von weiteren Pflanzengruppen wie etwa Moose



Same von *Agrostemma githago* (Kornrade) aus der römischen Fundstelle Biesheim-Kunheim (subfossil, sehr gut erhalten; Masstab: mm)

### 2.2.4. Botanische und zoologische Mikroreste: alle Teile < ca. 0,1 mm die wichtigsten sind:

- Pollenkörner und Sporen
- diverse mikroskopisch kleine Gewebefetzen (inkl. Spaltöffnungen)
- Phytolithen (Siliciumeinlagerungen in Zellen)
- Stärkekörner
- Pilzhyphen
- Diatomeen (Kieselalgen)
- zoologische, mikroskopisch kleine Reste von Tieren (z.B. Parasiteneier).



Pollen der Föhre (*Pinus silvestris*), ca. 150 µ gross

<sup>5</sup> > bedeutet: „grösser als“; < bedeutet „kleiner als“

### 3. Erhaltung

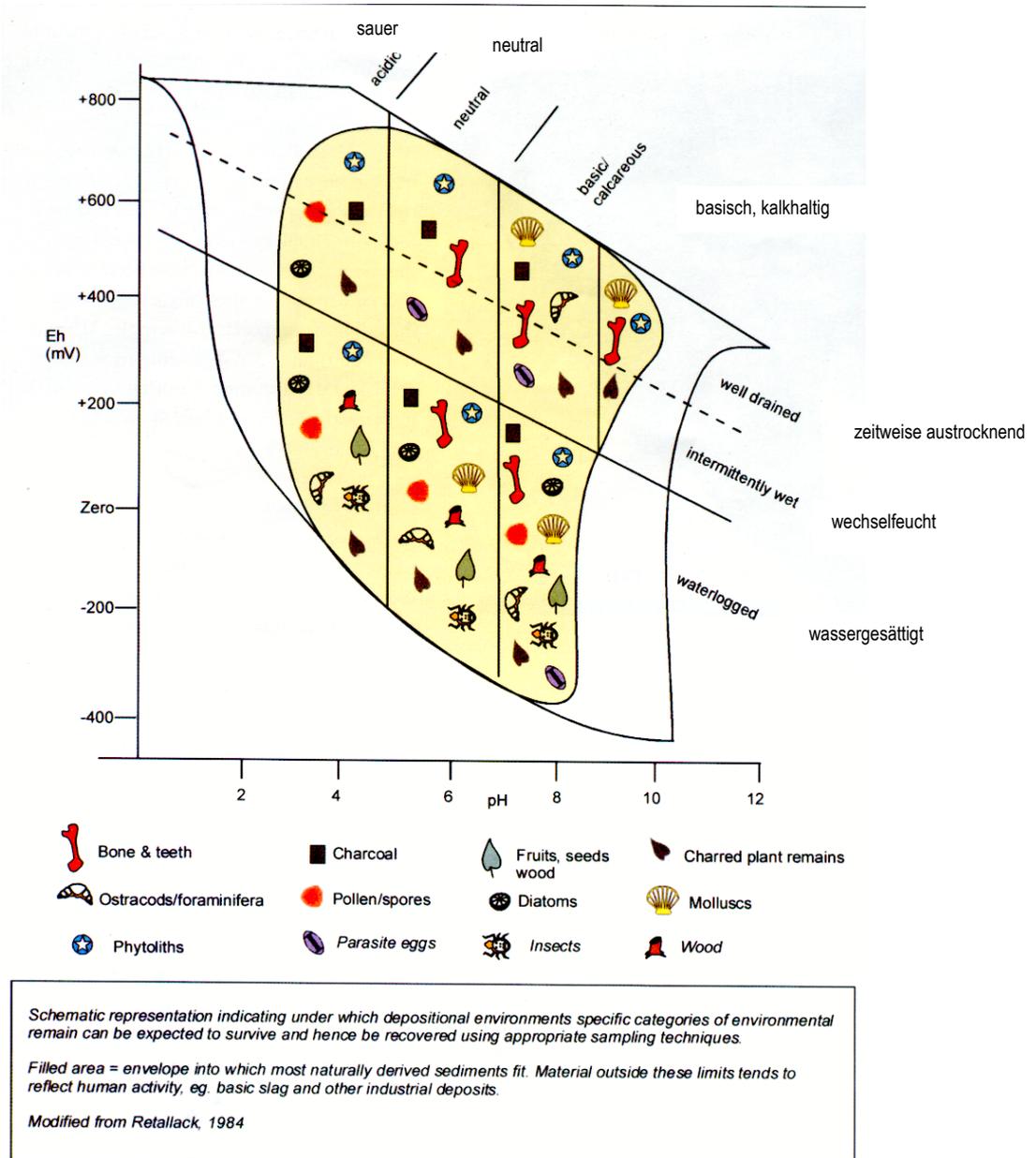
#### 3.1. Welche Faktoren beeinflussen die Erhaltung von Pflanzen- und Tierresten? Weshalb bleiben sie erhalten?

Grundsätzlich gibt es 3 wichtige Erhaltungsfaktoren:

- die Einbettungs- oder **Lagerungsbedingungen** (trocken (arid) – wechselfeucht<sup>6</sup> – dauernd feucht; sauer , basisch)
- **chemische** und **physikalische Veränderungen** der Reste (Verkohlung, Mineralisierung, Kalzinierung)
- die **Beschaffenheit** der Reste (verholzt, mit hohem anorganischem Anteil)

#### 3.2. Auswirkungen verschiedener Lagerungsbedingungen auf die Erhaltung von Pflanzen- und Tierresten, Erhaltungsform und Erhaltungsfähigkeit von Resten

Das folgende Schema zeigt die Wirkung verschiedene Lagerungsbedingungen auf biologische Resten in Ablagerungen (ohne aride Bedingungen):



aus: CAMPBELL et al. 2011

<sup>6</sup> In der archäobotanischen Literatur wird hier von Trockenboden- oder Mineralbodenbedingungen gesprochen. Zu bevorzugen sind die Ausdrücke Mineralbodenbedingungen, Mineralbodenerhaltung.

Aus dem obigen Schema folgt:

### Sehr günstig (vorteilhaft) für eine Erhaltung sind:

➤ dauernd feuchte Lagerungsbedingungen, also Lage im **Grundwasserbereich** (sog. **Feuchtbodenerhaltung**)

Ausserdem extrem günstig (nicht auf dem Schema S. 6 dargestellt) sind:

- Lagerung durch **Tiefkühlung** (Bsp. Ötzi = Eismann; Skythengräber im Altai usw.)
- dauernd trockene Lagerung unter **ariden Bedingungen** (z.B. in der Wüste, aber auch in Höhlen, Gruften, Bergwerken<sup>7</sup>, wo kein Wasserzutritt möglich ist)

Unter solchen Bedingungen sind die meisten biologischen Reste **hervorragend**, und äusserlich<sup>8</sup> **praktisch unverändert** erhalten. Man spricht von **subfossiler** Erhaltung (bei Pflanzen). Die Erhaltungsform der Reste ist **unverkohlt**.

Die Selektion durch Erhaltung fehlt oder ist gering. Im Allgemeinen ist es aber so, dass sich – bei Pflanzen - verholzte Reste auch unter günstigen Bedingungen am besten erhalten. Es sind viele verschiedene Typen von Resten als auch (meist) viele Taxa<sup>9</sup> erhalten.

*Ausnahme:* kalkhaltiges Material, also z.B. Knochen, löst sich in einem sauren Milieu auf (vgl. obiges Schema).

### Ungünstig (nicht vorteilhaft) für eine Erhaltung sind:

➤ **wechselfeuchte bzw. wechsellrockene** Lagerungsbedingungen (sog. **Trockenboden- oder Mineralbodenerhaltung**)

Unter solchen Bedingungen zersetzen sich Pflanzenreste rasch (in 1-2 Jahren meist; man denke an einen Kompostaufen), während Knochen (Skelettreste) von **Wirbeltieren** – solange das Milieu nicht sauer ist – erhalten bleiben, da sie einen hohen anorganischen (mineralischen) Anteil besitzen (65% des frischen Knochens, Zähne: Dentin=Zahnbein 80%, Zahnschmelz 99.5% nach Davis 1987, 48). Je älter die Knochen sind, desto stärker verschiebt sich das Verhältnis anorganisch zu organisch zu Gunsten des anorganischen Anteils. Aber **Achtung:** unterschiedliche Knochenstrukturen Säuger – Vögel –Fische (hier speziell Schuppen).

Damit Pflanzenreste unter ungünstigen Bedingungen erhalten bleiben, ist eine chemische Veränderung der organischen Substanz für die Erhaltung entscheidend, es kommt zu einer **Fossilisierung**. Dadurch kommt es zu einer Selektion, denn nicht alle Gewebe / Substanzen fossilisieren gleich gut. Besonders leicht fossilisieren verholzte Reste (bei Pflanzen).

Es gibt folgende Erhaltungsformen fossiler Reste:

- 1. verkohlt (Pfl., Kno.):** rasche Umwandlung der organischen Substanz zu Kohlenstoff (C) unter Sauerstoffarmen Bedingungen ("Mottfeuer")
- 2. kalziniert (Kno.):** Verbrennung bei hohen Temperaturen führt zu Kalzinieren von Knochen: macht sie erhaltungsfähiger (z.B. glockenbecherzeitliche Knochenkomplexe) Die Verbrennungstemperaturen sind bestimmbar nach Wahl 1981.

Stufe	Färbung/Konsistenz	Temperatur
I	gelblichweiß hellbraun	bis 250°C
II	(dunkel-)braun schwarz	ca. 300-400 °C
III	grau blaugrau	ca. 550 °C
IV	milchig weiß, matt kreideartig	ab 650-700 °C
V	altweiß z.T. beige und im Bruch weiß	ab 800 °C

Pflanzenreste verbrennen (veraschen) bei hohen Temperaturen ganz, d.h. es bleiben unter Umständen von ihnen allenfalls noch Kieselkörper (Phytolithen) übrig.

- 3. mineralisiert (Pfl.):** Ersatz der organischen Substanz von Pflanzen durch Calciumphosphat (aus dem umgebenden Sediment, z.B. durch eine Kombination von Fäkalien und kalkhaltigem Wasser).
- 4. metallinkrustiert (Pfl.):** Ersatz der organischen Substanz von Pflanzen durch Metallsalze, wenn sie in der Nähe von Metallen im Boden lagern.

**MERKE:** fossile Reste (insbesondere verkohlte oder kalzinierte) kommen auch bei günstigen Lagerungsbedingungen vor, allerdings meist in sehr viel kleinerer Zahl als unverändert erhaltene Reste. Ihre Anzahl erlaubt es abzuschätzen, wie viel % des Materials vergangen ist.

Die bei archäobiologischen Arbeiten untersuchten Objekte sind **biologisch tot**.

<sup>7</sup> Ein bekanntes Bsp. Sind hier die Salzbergwerke in den Alpen (Hallstatt ....), wo zusätzlich zur trockenen Lagerung auch noch die konservierende Wirkung des Salzes eine Rolle spielt.

<sup>8</sup> Chemisch sind die Reste aber sehr wohl verändert. Beispielsweise sind Proteine weitgehend abgebaut.

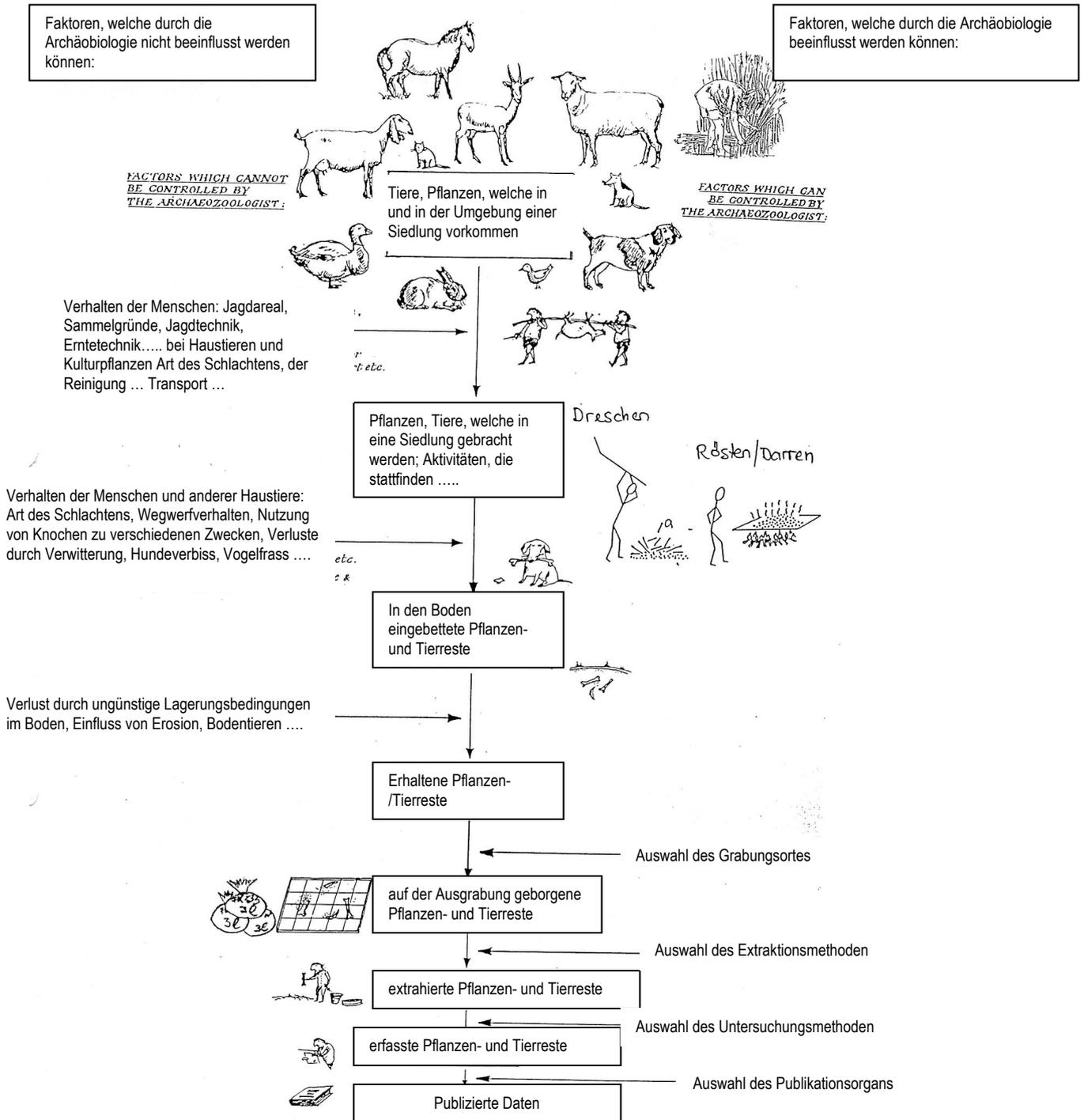
<sup>9</sup> Taxa (Einzahl: Taxon): Begriff für taxonomische Einheit wie Art, Gattung, Familie.....

Spuren biologischer Reste können des weiteren überliefert sein:

- als **Abdrücke** von Pflanzenresten und Tierfüßen (Hufe, Pfoten etc.) in Keramik und auf (z.B. römischen) Ziegeln
- als **Magerungsmittel** in Hüttenlehm oder in Webgewichten
- als Bestandteile **von Fertigprodukten** (z.B. Speisereste, Teile von Fäkalien usw.)

### 3.3. Taphonomie

Faktoren, welche die Erhaltung biologischer Reste beeinflussen, werden unter dem Begriff **Taphonomie** zusammengefasst. Eine Übersicht dieser Faktoren gibt das folgende Schema:



#### 4. Ablauf einer archäobiologischen Untersuchung: Übersicht

Fehlerquellen (ohne Taphonomie)	"Werdegang" der Pflanzenreste und Kleinknochen, Arbeitsschritte	"Werdegang" der grösseren, handaufgelesenen Tierknochen, Arbeitsschritte	Ausrüstung, Hilfsmittel für Archäobiologie	
	Tägliches Leben in früherer Zeit			<b>DATENERHEBUNG</b>
	↓			
	zurückbleibende Pflanzen- und Tierreste sowie Siedlungsstrukturen			
	↓			
	erhaltene Reste und Siedlungsstrukturen			
	↓			
Grabungsgelände begrenzt Grabungsmethode ungeeignet	Ausgrabung			
	↓			
	Fragestellung			
	↓	↓		
Probenentnahmestrategie nicht adäquat (zu wenige Proben, zu kleine Proben...) unsachgemässe Aufbewahrung Siebmaschenweiden ungeeignet unsachgemässes (zu grobes) Sieben ...	Probenentnahme	grössere Tierknochen werden von Hand aufgelesen	Behältnisse, Beschriftungsmaterial usw.	
	↓	↓		
	Probenaufbereitung		Siebsatz, ev. Flotationsmaschine	
	↓			
	Siebrückstand (Fraktionen)			
	↓			
ungeeignete Stichprobenentnahme, ungenügende Kenntnisse...	Auslesen der zu bestimmenden Reste aus den Fraktionen		Stereolupe, Pinzette, div. Behältnisse	
	↓			
schlechte Erhaltung, fehlerhafte Bestimmung, ungenügende Kenntnisse...	Morphologische Bestimmung		Stereolupe, Auflichtmikroskop	
	↓			
	Zählen		Vergleichssammlung Literatur	
	↓			
	EDV (Datenbank)		Computer, Software	
	↓			
	Rohdaten = Arten-/Resttypenliste mit Häufigkeitangaben			
	↓			
Resttypen unsachgemäss definiert ... Artenliste unvollständig	frühere Flora und Fauna			<b>DATENAUSWERTUNG</b>
	↓			
mangelnde biologische, ethnographische u.a. Kenntnisse	Bildung von Gruppen		archäologischer Befund pflanzensoziologische, (archäo-) zoologische Literatur	
	↓		ethnographische Literatur usw.	
	frühere Wirtschaft (Ökonomie) frühere Umwelt (Ökologie)		schliessende Statistik explorative Statistik	
	↓			
	Bild der früheren Lebensumstände		interdisziplinäre Zusammenarbeit	

## 5. Beprobung archäologischer Ablagerungen

Während grössere Tierknochen von Hand aufgelesen und damit wie die meisten archäologischen Artefakte behandelt werden, müssen **kleinere Tierknochen** (meiste Fische, kleinere Vögel, Kleine Nagetiere usw.) sowie **Pflanzenreste** aus Proben extrahiert werden. Eine Probe ist dabei zumeist eine **repräsentative Stichprobe** aus einer Grundgesamtheit sein, d.h. man schliesst aus dem Inhalt von „Stichproben auf die ehemaligen Verhältnisse<sup>10</sup>. Je nach Menge der zu erwartenden Reste resp. der Fragestellung können die Art der Beprobung oder auch die Volumina der Proben schwanken. Dies soll untenstehende näher erläutert werden.

Die folgenden Ausführungen beziehen sich also auf Reste, die aus Proben extrahiert werden.

### 5.1. Volumen der Proben

#### 5.1.1. Welche Faktoren bestimmen das Probenvolumen?

Aus einer Auswertungseinheit (Probe, Befund, Grabung...) sollen möglichst so viele Reste extrahiert werden, dass ihre Zahl die Verhältnisse der Taxa in der Auswertungseinheit richtig wiedergibt. Dazu wurden für Pflanzenreste durch Van der Veen & Fjeller (1982) statistische Berechnungen angestellt. Kleintierreste sind erfahrungsgemäss sehr viel seltener im Fundgut vertreten. Um auch hier eine ausreichende statistische Basis zu erhalten, werden meist alle Reste ausgelesen und über eine sog. Sättigungskurve auf ihre statistische Tragfähigkeit überprüft. (siehe unter 7.1.3.) Das Probenvolumen wird also durch statistische Parameter bestimmt.

Bei einem für die **Erhaltung vorteilhaften Milieu** (siehe unter 3.) sind sehr **viele verschiedene** Typen von Pflanzenresten sowie Arten von **Pflanzen** vorhanden (oft über 100). Meist ist die **Funddichte sehr hoch** (oft über 2000 Sämereien pro Liter Sediment). Ähnliches gilt auch für die **zoologischen Kleinreste**, jedoch spielen hier Nutzungsstrategien (Fischerei) und taphonomische Prozesse eine stärkere Rolle. Wir haben hier also die Chance, eine statistisch relevante Zahl von Resten bereits auf Probenniveau (oder sogar Fraktionsniveau) zu erreichen.

Bei einem für die **Erhaltung nicht vorteilhaften Milieu** (in unseren Breitengraden fast immer Mineral- oder Trockenbodenerhaltung, siehe unter 3.) sind meist nur **relativ wenige Pflanzenarten** (in fossilem Zustand: verkohlt, mineralisiert) erhalten (meist unter 50), und dies erst noch (meist) in **geringer Funddichte** (oft unter 10 Stk./Liter Sediment). Eine statistisch relevante Zahl von Resten wird hier meist erst auf Befund- oder Grabungsniveau erreicht. Eine **Ausnahme** bilden etwa **Brandschichten**, z.B. wenn eingelagerte Vorräte in einem Schwelbrand verkohlt sind.

Für die **tierischen Reste** ist in der Regel ebenfalls mit einer stärkeren erhaltungsbedingten Reduktion zu rechnen, jedoch sind ihre Erhaltungschancen nicht so sehr an Verkohlungs- oder Mineralisation gebunden (vgl. oben unter 3).

→ **MERKE:** Bei der Festlegung des Probenvolumens sind die Lagerungsbedingungen zu berücksichtigen.

#### 5.1.2. Probenvolumina bei Trocken- resp. Mineralbodenablagerung

##### 5.1.2.1. Proben aus Mineralbodenablagerungen mit geringer Funddichte

Wenn von Auge nur wenig (bis kein) verkohltes Material sichtbar ist, so sind **mind. 10 –20 Liter/Kilo** Sedimentmaterial pro Probe, eher noch mehr, zu entnehmen. Im Extremfall (z.B. neolithische Landsiedlungen) müssen **ganze Befundinhalte** als Proben genommen werden (bis mehrere Hundert Liter). Grund für die grossen Probenvolumina sind die extrem niedrigen Funddichten.

Für die Analyse von Mikroresten können **VOR** der Aufbereitung kleine Proben von maximal 100 ml aus den Proben für die grösseren Reste entnommen werden. Die Notwendigkeit der Entnahme solcher Proben ist von Fall zu Fall abzuschätzen.

##### 5.1.2.2. Proben aus Mineralbodenablagerungen mit hoher Funddichte

Wenn von Auge eine grössere Anhäufung von z.B. verkohlten Samen wie Getreide, Hülsenfrüchte oder z.B. Fischresten erkennbar ist, sollten Proben von etwa **1 Liter/Kilo<sup>11</sup>** entnommen werden. Aus einer grossen

<sup>10</sup> Nur in seltenen Fällen – z.B. bei paläolithischen und mesolithischen Schichten – wird alles Material geschlämmt, vor allem, weil man auch kleinste Artefakte (etwa Silexsplitter) erfassen will.

<sup>11</sup> Je nachdem auch mehr Material; ist von Fall zu Fall zu entscheiden.

Anhäufung sollten besser **mehrere kleinere Proben** à 1 Liter/Kilo von verschiedenen Stellen entnommen werden als eine grosse (zu Beprobungsstrategien siehe unter 5.4.).

Für die Analyse von **Mikroresten** können **VOR** der Aufbereitung kleine Proben von maximal 100 ml aus den Proben für die grösseren Reste entnommen werden. Die Notwendigkeit der Entnahme solcher Proben ist von Fall zu Fall abzuschätzen.

Zum prinzipiellen Unterschied der Aussagemöglichkeiten von "speziellen Ansammlungen" und "normalen Schichtproben" vgl. unter 5.4.3.

### 5.1.3. Probenvolumina bei Feuchtbodenablagerung (meist sehr hohe Funddichte)

Das Volumen der Proben ist hier durch die **zu erwartende Anzahl der Reste in der grossen Fraktion** bestimmt. Damit diese repräsentativ erfasst werden, müssen die Proben auch hier voluminös sein. Deshalb sind **mind. 3-5 Liter/Kilo** Material pro Probe empfehlenswert (besser sogar 10 Liter). Da ein Handling solch grosser und reicher Proben sehr aufwendig ist, sollten sie folgendermassen weiter behandelt werden:

- für die **kleinen** Samen und Tierresten<sup>12</sup> (von **unter 1mm** Grösse) reicht ein Volumen von **max. 1 Liter** bereits aus. Deshalb wird aus einer voluminösen Probe **VOR** deren Aufbereitung eine repräsentative Stichprobe entnommen (oft auch als Reserveprobe bezeichnet).
- für die repräsentative Erfassung der **grösseren Reste** wird der Rest der Probe (zw. 5-10 Liter) nur mit einem relativ grobmaschigen Sieb (z.B. 4 oder 2mm; siehe unter 6.6.) geschlämmt.

Für die Analyse von Mikroresten können kleine Proben von etwa 100 ml aus den Proben für die grösseren Reste entnommen werden. Bei Feuchtbodenerhaltung ist dies besonders lohnend.

Auch im Fall von Feuchtbodenablagerungen sind **spezielle Ansammlungen separat** zu entnehmen (Volumen variabel; siehe unter 5.4.2.8.). Zum prinzipiellen Unterschied der Aussagemöglichkeiten von "speziellen Ansammlungen" und "normalen Schichtproben" vgl. weiter unter 5.4.3.

**Prinzipiell gilt:** lieber mehr kleinere (engl. scatter; Volumina siehe oben) als wenige sehr grosse (engl. bulk) Proben entnehmen.

## 5.2. Dokumentation

Archäobiologische Proben sind wie die anderen archäologischen Funde zu behandeln und bezeichnen. Ihre Entnahmeorte sind in der Grabungsdokumentation zu erfassen, also auf Plana und Profilen einzuzeichnen sowie EDV-mässig zu erfassen. Im allg. wird für eine Probe eine FK<sup>13</sup>-Nummer vergeben. Falls dies nötig erscheint, ist eine Skizze vom Orte der Probenahme von Nutzen. Vorteilhaft ist auch das Führen eines **Proben- respektive Schlämmjournals**.

**MERKE:** Der **Probenentnahmeort** ist so wählen, dass er mit Befund und Stratigraphie korreliert werden kann. Das Material sollte **datierbar** und **nicht** umgelagert oder vermischt sein. Das Material ist möglichst **schonend** zu bergen, d.h., das Material sollte **nicht** mit einer Kelle **zerkleinert** werden.

## 5.3. Beschriftung, Verpackung, Aufbewahrung

- Proben ausser und innen mit haltbaren Materialien beschriften (am besten Kunststoff-Kärtchen und Beschriftung mit Bleistift). Wichtig sind: Grabungskürzel – Jahr – FK-Nr. (also z.B. LSJ07\_1345: Lutter St. Joseph Grabung 2007 FK 1345). Falls vorhanden, ist eine Angabe der kantonalen Grabungsnummer wichtig. Die Bezeichnung sollte nicht zu lang sein, da sie auf allen aus der Probe extrahierten Teilen verwendet werden muss, inkl. die nur ½ cm<sup>2</sup> grossen Kärtchen, mit denen man die ausgelesenen Reste beschriftet. Siehe Bild links (Bsp. 1mm-Fraktion mit vielen kleinen Knochen).



<sup>12</sup> Bei **Fischresten** muss je nach Funddichte entschieden werden.

<sup>13</sup> Fundkomplex

- Festes Verpackungsmaterial für Proben verwenden (am besten bewährt haben sich 10 Liter Plastik-Eimer (z.B. Firma Semadeni, [info@semadeni.com](mailto:info@semadeni.com); Bestell-Nr. Nr. 2887; sie können wieder verwendet werden). Wichtig ist vor allem feste Verschlussbarkeit. Siehe Bild rechts.



**MERKE:** Betr. Lagerung gilt der Grundsatz: **Eine Probe muss unter den möglichst gleichen Bedingungen gelagert werden, unter denen sie im Boden lagerte**

D.h. also: nasse Proben dürften NIE getrocknet werden; werden sie zu warm (mehr als 5 Grad C), schimmeln sie und wenn Licht vorhanden ist, setzt Algenwachstum ein. D.h. sie müssen an einem kühlen und dunklen Ort lagern und luftdicht in Plastik verpackt sein.

Proben aus wechselfeuchten Mineralböden können hingegen trocken lagern, es sind keine speziellen Massnahmen nötig.

## 5.4. Proben-Entnahme-Strategien, Techniken der Probenentnahme

### 5.4.1. Grundsätzliches

Eine archäologische Ablagerung ist nicht einfach ein einheitliches Gemisch von Resten. Die Reste sind – wie auch die anderen archäologischen Funde – aufgrund der menschlichen Tätigkeiten **unregelmässig** in der Ablagerung verteilt. Diesem Umstand hat die Probenahme Rechnung zu tragen. Wir unterscheiden 2 Typen von Proben: systematisch und subjektiv entnommene Proben.

Die auf einer Grabung **systematisch entnommenen Proben** sind **Stichproben** aus einer Ablagerung. Aus dem Inhalt der Stichprobe (engl. sample population) soll auf die **Gesamtheit** (target population) in einer Schicht, in einem Befund usw. geschlossen werden. Deshalb muss die Beprobung **repräsentativ** sein, d.h. jeder (in einer Struktur, Schicht usw. enthaltene) Pflanzen- und zoologische Kleinrest sollte die gleiche Erfassungschance haben. Aus diesem Grund ist bei der systematischen Probenahme von **statistischen Grundsätzen** auszugehen, immer unter Berücksichtigung des archäologischen Befundes.

Subjektiv entnommene Proben erfassen spezielle Strukturen, z.B. Anhäufungen von Fischschuppen oder Kernen. Ihre Aussagen sind komplementär zu jenen der systematisch entnommenen Proben (siehe unter 5.4.3.).

Grundsätzlich sind archäobiologische Proben **wie andere archäologische Funde zu behandeln**, ihre Entnahme richtet sich nach dem archäologischen Befund. Wie die Artefakte und grossen Knochen werden biologische Proben also nicht nur aus einer Teilfläche geborgen, sondern möglichst systematisch entnommen. Falls bei der Bearbeitung nicht alle Proben untersucht werden können, so ist auf diese Weise mindestens eine Auswahl der "interessanten" Befunde möglich.

Wichtig ist das frühe Festlegen einer **Fragestellung**: was will ich mit der Untersuchung von Proben herausfinden? Je nach Fragestellung kann die Beprobung unterschiedlich ausfallen. Idealerweise geschieht die Festlegung einer Fragestellung durch sämtliche an der Auswertung einer Grabung beteiligten WissenschaftlerInnen. Im Rettungsgrabungsalltag ist dies leider nicht immer möglich. Deshalb ist es umso wichtiger, dass an der Ausgrabung beteiligte WissenschaftlerInnen darüber Bescheid wissen, was man mit Hilfe archäobiologischer Proben herausfinden kann, damit eine adäquate Beprobung erfolgen kann.

Bei einer Beprobung sollten **wissenschaftliche**, und nicht finanzielle Erwägungen im Vordergrund stehen. Stellt sich eine Grabung erst im Nachhinein als interessant oder sogar einmalig heraus, und man hat keine Proben genommen, so ist der Schaden gross. Prinzipiell gilt: im Zweifelsfall Proben nehmen. **Wegwerfen kann man sie hinterher immer, nochmals bergen hingegen nicht!**

Prinzipiell sind in **allen** anthropogenen Ablagerungen Pflanzen- und Tierreste erhalten, auch wenn sie nicht auf den ersten Blick von Auge erkennbar, d.h. in sehr geringer Funddichte vorhanden sind. Allerdings gibt es geeignete und weniger geeignete Strukturen, aus denen Proben genommen werden (siehe dazu die Ausführungen im Folgenden). **Weniger oder nicht lohnend** sind Proben aus umgelagerten Materialien, Strassenkofferungen, Planien (aus Bauschutt, Kies usw.).

Bei grösseren Grabungen, die systematisch beprobt werden sollen, und wo deshalb viele gross-volumige Proben anfallen, sollten diese unbedingt schon **auf der Grabung aufbereitet** (geschlämmt) werden. Dadurch entfallen (oft) zeitaufwendige Transport- und Lagerungskosten. Diese Arbeiten sind von Anfang an ins Grabungsbudget einzuplanen.



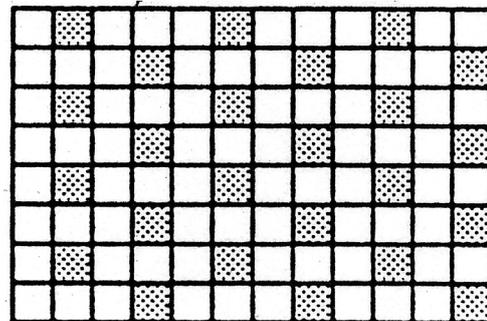
**Ziel: wie kann ich mit einem Minimum an Aufwand ein Maximum an Ertrag erzielen?**

#### 5.4.2. Beispiele von Befunden und ihre Beprobung, Typen von Proben

##### 5.4.2.1. Beprobung flächig ausgedehnter Ablagerungen (grossflächig, z.B. mehr als 100 m<sup>2</sup>), keine Strukturen sichtbar

Das Schulbeispiel einer flächig ausgedehnten Ablagerung ist eine Kulturschicht, z.B. in einer Höhle, einem Abri oder im Bereich einer neolithischen oder bronzezeitlichen Ufersiedlung (es gibt viele andere Beispiele). Bei einer solchen Kulturschicht wird es sich in den meisten Fällen um einen ehemaligen Gehorizont handeln. Wenn in der Fläche **keine** klar abgrenzbaren Strukturen vorhanden sind, dann empfiehlt sich eine **systematische Probenentnahme, z.B. nach einem Gitternetz** (engl.: interval sampling).<sup>14</sup>

Dabei wird eine Fläche in Quadranten (z.B. 1m<sup>2</sup>, ¼ m<sup>2</sup> usw.) aufgeteilt und z.B. aus jedem 2., 4. usw. Quadranten eine Probe genommen (siehe Schema rechts). Die Grösse der Netzmaschen ist abhängig von den folgenden Faktoren:



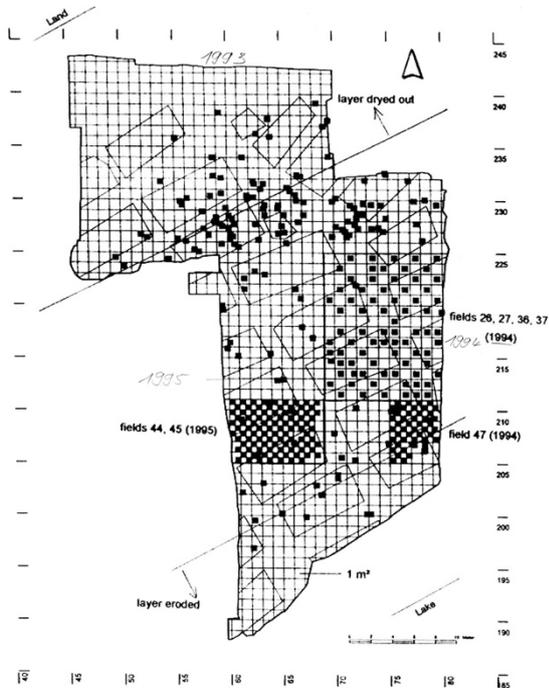
- der Verteilung der Reste in der Fläche
- von der Ausdehnung der Ablagerung
- von der Fragestellung

Welcher Anteil der Fläche zu beproben ist, richtet sich ebenfalls nach Fragestellung. Zu empfehlen sind **mind. 25%**, wie beim Bsp. auf dem Bild. Will man z.B. eine

- **Flächenkartierung** machen, d.h. **Aktivitätsbereiche** rekonstruieren, so ist eine eher dichte Beprobung nötig (z.B. 50% der Fläche oder alles)
- will man **Charakteristika einer Einheit**, z.B. eines Gebäudes, herausarbeiten, so muss die Minimalanzahl Proben z.B. mit einer Rarefaction Analyse herausgearbeitet werden. Bsp. Arbon Bleiche 3, Neolithische Seeufersiedlung: Die Charakteristika eines Hauses waren mit 8 Proben pro Haus erfassbar (vgl. Abbildung unten; Hosch & Jacomet 2004).

Beispiel einer (mehr oder weniger) systematischen Beprobung einer Kulturschicht einer neolithischen Seeufersiedlung : Arbon Bleiche 3:

<sup>14</sup> Es gibt ausserdem die Möglichkeit, eine Beprobung nach Zufallszahlen durchzuführen: engl. random (auch: probabilistic) sampling. Von der praktischen Durchführbarkeit her ist aber die systematische Beprobung zu empfehlen. Laut Djindjian (1991) ergeben beide Methoden ähnliche/gleiche Ergebnisse.



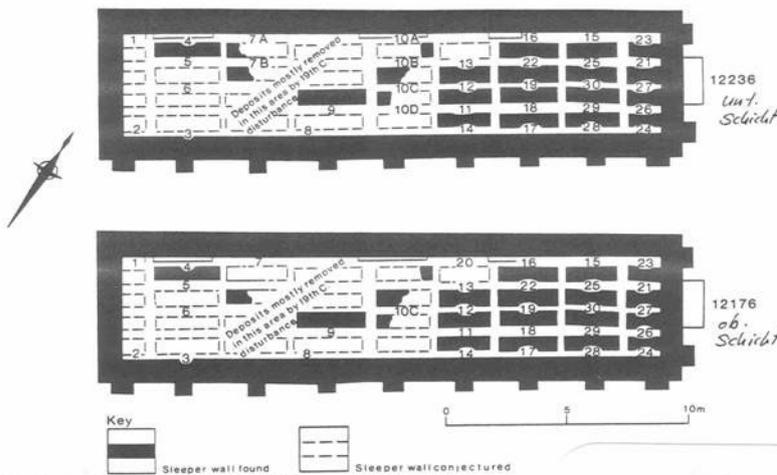
1993 wurden mehr oder weniger subjektiv Proben entnommen, die Abdeckung der Fläche ist recht gut. 1994 wurde ein grosser Teil der Fläche im Quadratmeterraster systematisch beprobt, dazu ein Feld im Viertelquadratmeterraster. Aus dem letzten, 1994 ausgegrabenen Feld fehlen leider weitgehend Proben.

1995 wurde ein Teil der Grabungsfläche im Viertelquadratmeter-Raster beprobt, der Rest (gegen Ende der Grabung) leider nur noch sehr unregelmässig.

Die uneinheitliche (aber vergleichsweise für eine Rettungsgrabung sehr gute) Beprobung führte dazu, dass gewisse Gebäude aus der Untersuchung ausgeschlossen werden mussten, obwohl sie interessant gewesen wären.

Trotz der Mängel konnten 73 Proben aus 8 Gebäuden und den Gassen zwischen diesen untersucht werden. Es ergaben sich interessante Verteilungsmuster mit grossen Ähnlichkeiten (Kulturpflanzen), aber auch deutlichen Unterschieden (Sammelpflanzen, Kleintierreste) zwischen den Häusern.

Weiteres Beispiel der Beprobung einer flächig ausgedehnten Brandschicht: Römisches Horreum



Zahlen = Proben

Bsp. South Shields, Roman Fort, England

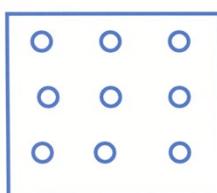
Van der Veen 1994

Fig 9.1 Location of samples in deposits 12236 and 12176.

Technik der Entnahme von systematischen Proben aus flächig ausgedehnten Ablagerungen:

- **Probe während des Ausgrabens in Behälter Abfüllen** (siehe Titelbild links oben). Falls nur ein Teil des Materials aus einem Quadranten entnommen wird, dann darauf achten, dass nicht nur ein "Klotz" aus einer Ecke ausgestochen wird, sondern mehrere Portionen aus allen Teilen, d.h. die Probe muss den Quadranten repräsentativ erfassen.

z.B. 1 m<sup>2</sup>



9 Teilproben ergeben in diesem Fall z.B. eine Probe à 10 Liter

Lässt sich eine Kulturschicht in mehrere Teilschichten trennen, so sind diese separat zu beproben.

- **Einschlagen von Röhren** (mit mind. 10 cm Durchmesser) oder **Ausstechen von Profilkolonnen** in einem regelmässigen Raster über die Fläche verteilt: Beispiele im Bild: links, neolithische Seeufersiedlung Hornstaad Hörnle 1 (Maier 2002): Beprobung der Brandschicht mit Hilfe des sogenannten Röhrenchenprogramms.

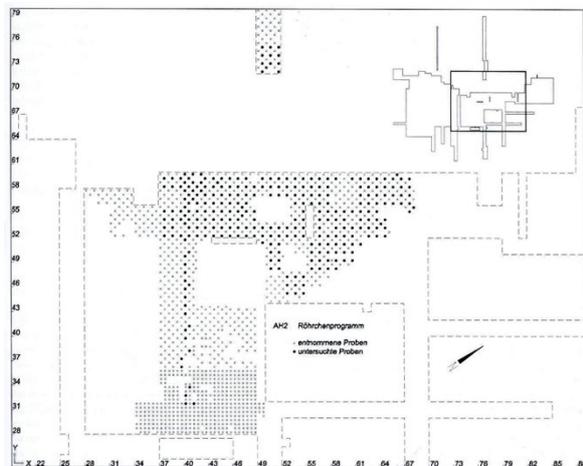


Abb. 11: Beprobung der Brandschicht (vgl. Abb. 13).

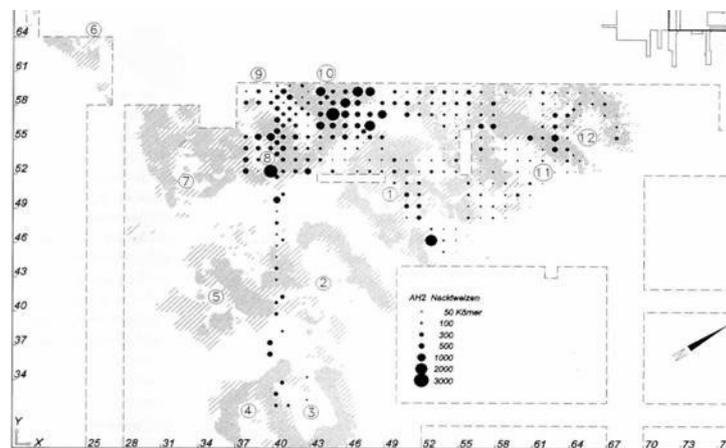
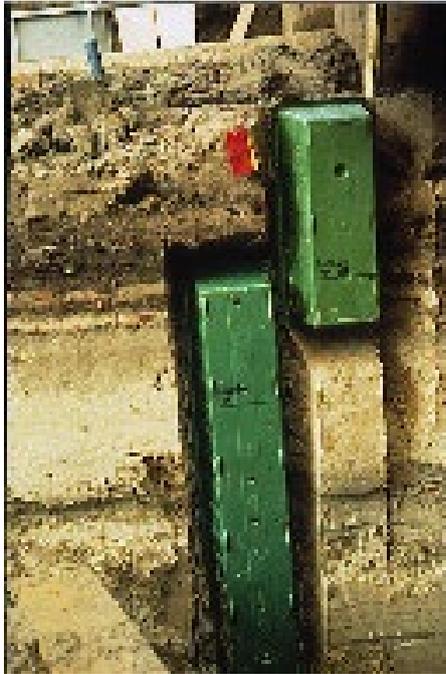


Bild rechts: Eines der Ergebnisse der Untersuchung der Röhrenchen (Brandschicht mit viel verkohltem Getreide) in Hornstaad:

Nacktweizen („Hartweizen-Typ“; *Triticum durum/turgidum*) ist nur an bestimmten Stellen in der Siedlung (Gebäude 1, 9 und 10) in grösserer Menge vorhanden.



Links: Beprobung der organischen Kulturschicht in Bad Buchau, Federsee, mit Hilfe von Röhren. Rechts stecken die Rohre noch in der Schicht, links sind sie schon herausgezogen („Löcher“).

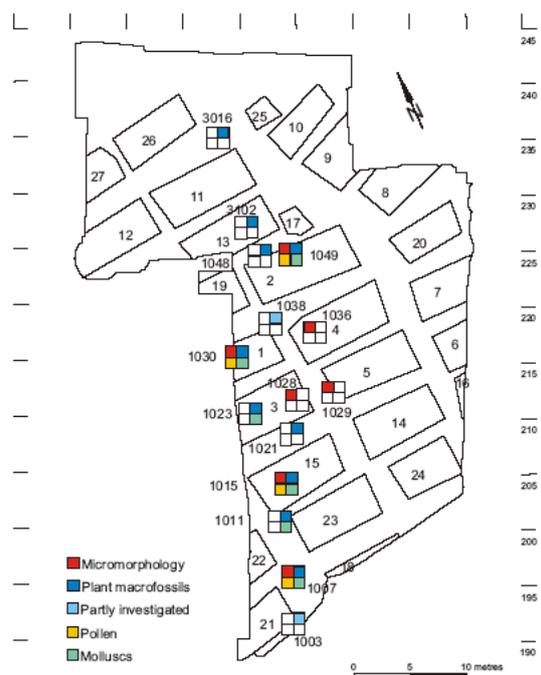


Das Einschlagen von Röhren oder die Entnahme von Profilkolonnen hat den Vorteil, dass die **Stratigraphie immer gut erfasst** wird. Nachteil ist das nur niedrige Probenvolumen (grössere Reste werden nicht repräsentativ erfasst).

**Bild links:** Beprobung einer Profilwand mit Profilkästen, überlappend (Horgen-Scheller)

Will man die **Schichtenstehung** untersuchen (gerade im Fall von Seeufersiedlungen ein wichtiger Aspekt), so ist darauf zu achten, dass die Profilkolonnen entlang eines Transsektes See-Land liegen, und immer die gesamte Stratigraphie lückenlos, mit Liegendem und Hangendem, erfassen.

Arbon Bleiche 3, position of the sampled Columns



**Bild rechts:** Lage der im Hinblick auf Schichtenstehung untersuchten Profilkolonnen (Röhren) im Fall der Seeufersiedlung Arbon Bleiche 3 (aus Jacomet, Leuzinger, Schibler 2004)

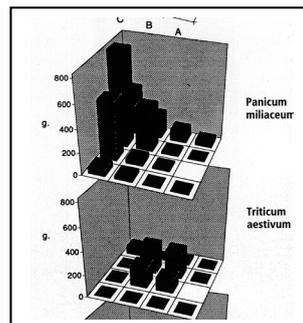
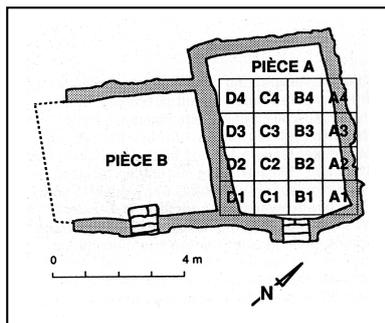
#### 5.4.2.2. Beprobung kleinflächiger Strukturen, resp. einzelner Strukturen in grösseren, flächig ausgedehnten Ablagerungen

Wenn in einer Fläche z.B. Hausgrundrisse, dazwischen Gassen/Strassen und in den Häusern Herdstellen (etwa als dunkle Verfärbungen) sichtbar sind, so ist dies bei der Beprobung zu berücksichtigen (siehe auch subjektive Beprobung, unten 5.4.2.8). Jede Struktur muss separat<sup>15</sup> beprobt werden, wobei darauf zu achten ist, dass Vermischungszonen nicht beprobt werden. Jede Struktur kann dabei – wie bei den grösserflächigen Ablagerungen – systematisch beprobt werden<sup>16</sup>. Die Grösse der Gitternetzmaschen muss dabei der Ausdehnung der Strukturen angepasst werden (z.B. Struktur kleiner als 1m<sup>2</sup> ► Netzmaschen sicher kleiner als 1m<sup>2</sup>). Beispiele von kleineren, flächig ausgedehnten Ablagerungen sind: einzelne Feuerstellen, Köhlerplätze, Anhäufungen verkohlter Kulturpflanzen, Backöfen, Lehmlinsen, Steinhäufen, Schichten von Grabhügeln und ähnliches.

<sup>15</sup> Man spricht hier statistisch von einer **stratifizierten Probenentnahme**, wobei stratifiziert dabei im statistischen und nicht im archäologischen Sinn gemeint ist. Mit Stratum meint man eine Gruppe von Befunden, die separat beprobt wird.

<sup>16</sup> Möglich wäre auch eine Probenentnahme nach Zufallszahlen (engl. random sampling), was sich allerdings im Rettungsgrabungsalltag als schwierig erweist.

Beispiel der Beprobung einer Brandschicht in einem ca. 16 m<sup>2</sup> grossen mittelalterlichen Raum (links) und Ergebnisse (Getreideverteilung, rechts) (Baudais-Lundstrom 1995):



Liegt eine Anhäufung verkohlter Kulturpflanzen von z.B. 1m<sup>2</sup> Ausdehnung vor, so sollten daraus in einem regelmässigen Raster mehrere kleine Proben entnommen werden, falls ein Abpacken der Gesamten Menge nicht möglich ist. Falls die gesamte Menge als Probe genommen wird, so ist die Fläche in Quadranten aufzuteilen, damit allfällige Unterschiede innerhalb des Massenfundes nachweisbar werden.

#### 5.4.2.3. Beprobung von Vertiefungen

Oft sind archäologische Ablagerungen nur in Vertiefungen erhalten, der eigentliche Gehorizont ist erodiert. Dabei kann man zwischen Vertiefungen von grösserer Flächenausdehnung (ca. >2m<sup>2</sup>) und solchen von kleiner Ausdehnung (ca. <2m<sup>2</sup>) unterscheiden.

Beispiele für grossflächige Vertiefungen sind:

- *Grubenhaus, Keller, grössere Siedlungsgruben* (z.B. Längsgruben Linearbandkeramik, viele eisenzeitliche Siedlungsgruben)
- *lineare Strukturen* wie z.B. römische Wasserleitung, römischer Strassengraben, Befestigungsgraben, Stollen von Bergwerken

Bsp. für kleinflächige Vertiefungen sind:

*Gruben von kleinerer Ausdehnung* (inkl. Speichergruben), *Pfostenlöcher, Latrinen, Brunnen, "Kult"schächte, Kochgruben, Opfergruben* usw.

Das Vorgehen bei der Probenentnahme ist ähnlich wie bei den oben besprochenen Ablagerungen, allerdings spielt der Einbezug des vertikalen Aspektes eine grössere Rolle, denn die Einfüllungen von Vertiefungen (z.B. Gruben, Latrinen, Sodbrunnen usw.) bestehen fast immer aus **mehreren Schichten**. Die meisten dieser Füllschichten repräsentieren **sekundäre** Verfüllungen, d.h. aus ihnen kann man Rückschlüsse auf die sekundäre Nutzung einer Vertiefung ziehen, nachdem sie ihren primären Zweck erfüllt hatte. Spuren der **primären** Nutzung fehlen oft; zu erwarten sind sie allenfalls an der Sohle einer Vertiefung.

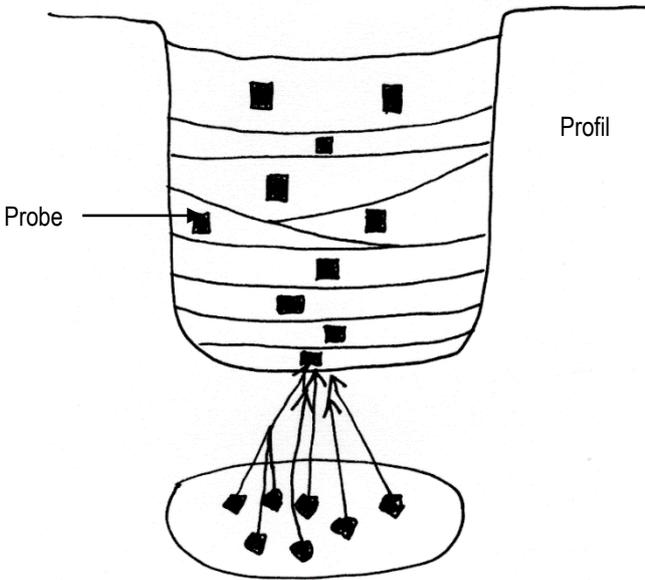
In einer Vertiefung muss man jede Schicht separat beproben, um später Aussagen über z.B. die Auffüllungsgeschichte machen zu können. Dabei ist darauf zu achten, dass bei den Probenahmen **keine Schichten vermischt** werden. Besonders wichtig ist die Entnahme von Proben aus der Sohlenschicht von Vertiefungen, da dort ev. Spuren einer primären Nutzung vorhanden sein können.

Die Beprobung der einzelnen archäologisch abgrenzbaren Schichten in Vertiefungen erfolgt im Prinzip ähnlich wie für grossflächig ausgedehnte Ablagerungen geschildert. Hat eine Vertiefung eine Ausdehnung von mehreren m<sup>2</sup> (z.B. Grubenhaus, Keller), so ist die systematische Probenahme zu empfehlen<sup>17</sup>, z.B. aus jedem ¼ m<sup>2</sup> 1 Probe. Sowie so müssen verschiedene Proben genommen werden, wenn in der Fläche Differenzen zu erkennen sind.

Bei kleinerer Ausdehnung der Vertiefung („normale“ **Grube, Latrine** u.ä.m.) reicht im Prinzip eine Probe pro Schicht aus. **Achtung:** besser immer Proben aus der **Grubenmitte** nehmen, da eine Ausdünnung der Funddichte zum Rand hin mehrfach beobachtet wurde. Andere Möglichkeit: Grubenmitte und Grubenrand separat beproben.

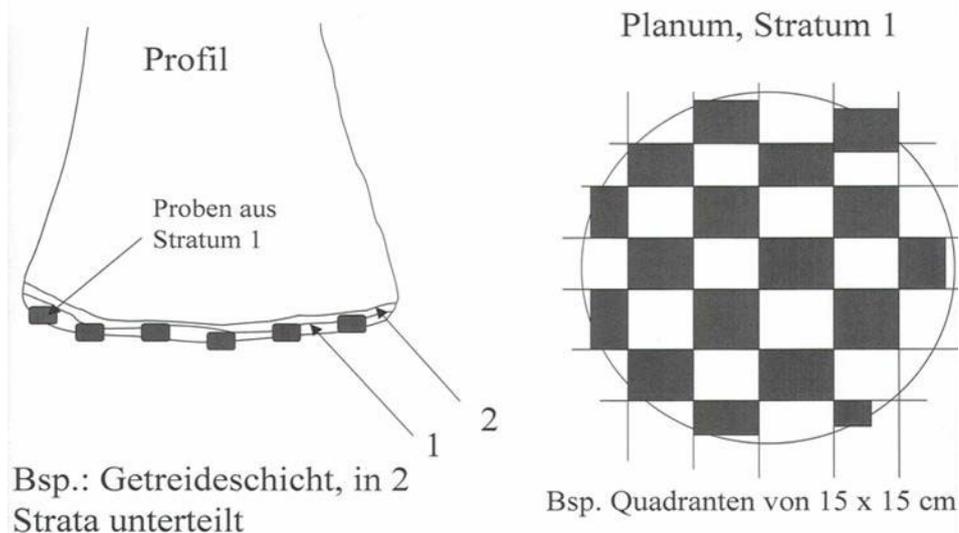
<sup>17</sup> Auch eine Probenahme nach Zufallszahlen (engl. random sampling) ist möglich, aber im praktischen Grabungsalltag oft zu aufwendig.

Auch hier muss eine Probe eine Schicht repräsentativ erfassen, d.h. also nicht nur Material aus einer "Ecke" bergen oder einen "Klotz" aus der Mitte ausstechen. Die Probe sollte Material aus der ganzen Fläche eines Quadranten resp. einer Schicht repräsentieren.



Beispiel der Beprobung einer Grube: Schema

Beispiel: verkohltes Lagergut am Grubenboden, Beprobung, wenn man wissen will, ob es Unterschiede in der Fläche gibt:



Planum: eine Probe aus einer Schicht sollte alle Teile der Schicht repräsentieren.

Die Entnahme von **Profilkolonnen** aus Profilwänden ist für die Erfassung Botanischer Makroreste und kleiner Tierreste **nicht** geeignet, da im Allgemeinen zu wenig Material vorhanden ist.

Spezielle Erfordernisse stellen sich z.B. bei der Beprobung von **Pfostenlöchern** im Mineralbodenbereich. Ein Pfostenloch setzt sich aus einer Pfostengrube und einer Pfostenspur zusammen (siehe untenstehendes Schema). Diese weisen ein unterschiedliches Alter auf. Dem ist bei einer Probenentnahme Rechnung zu tragen.

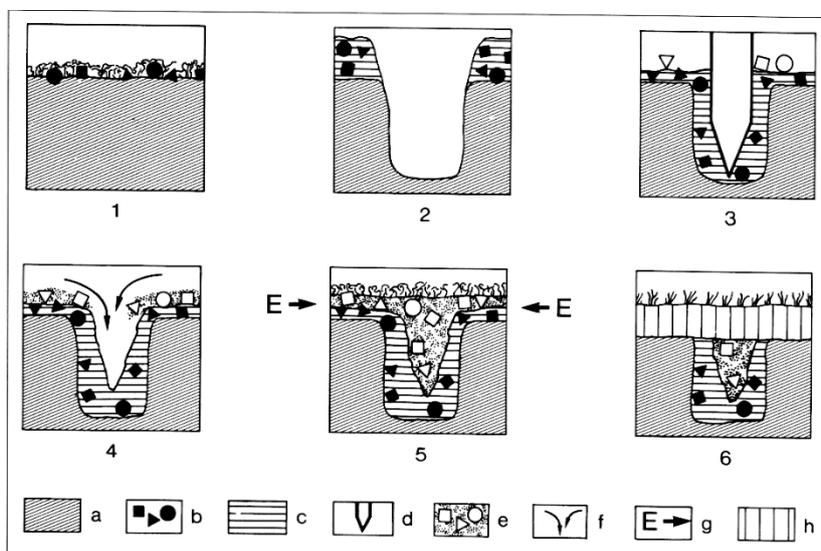
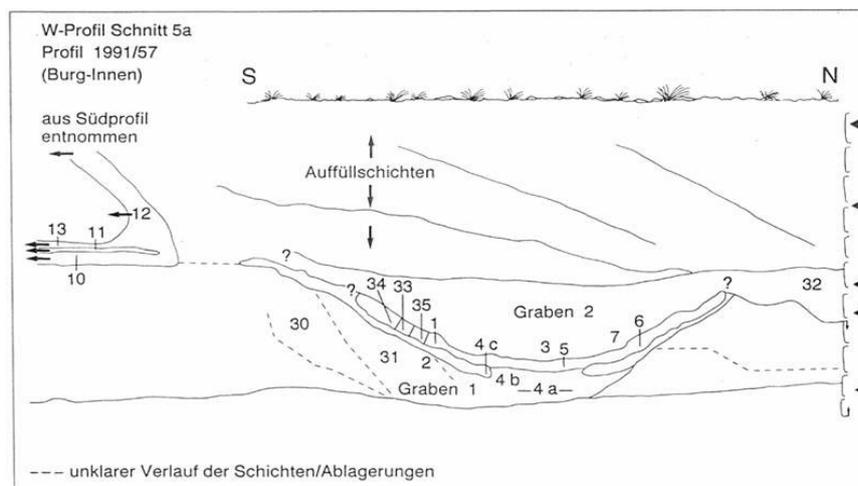


Abb. 4.10. Schema der Entstehung und Verfüllung von sogenannten Pfostenlöchern und -gruben: a anstehender Boden/Gestein etc., b Material aus der Zeit vor der Errichtung des betreffenden Gebäudes, c Aushub und Verfüllungsmaterial der Pfostengrube, d Pfosten, e Material aus der Nutzungszeit des Gebäudes, f Verfüllung der Pfostenspur während oder nach Entfernen oder Verrotten des Pfostens, g Erosion der alten Oberfläche, h heutiger Pflughorizont; bei 5 und 6 ist zwischen der Pfostengrube (vgl. 2) und der Pfostenspur (vgl. 4) zu unterscheiden (Erläuterung im Text; aus Kreuz 1993a: 150, Abb. 5)

Die Beprobung oder zumindest Untersuchung von Pfostenlöchern empfiehlt sich nur dann, wenn sonst praktisch keine geeigneten, zu beprobenden Strukturen vorhanden sind.

Weitere Spezialfälle sind etwa Pfahltrichter oder sog. Pfahlverzüge im Feuchtbodenbereich. Ob sich ihre Beprobung lohnt, ist von Fall zu Fall zu entscheiden – sie lohnt sich fast immer nur dann, wenn keine anderen sauber stratifizierten und datierten Befunde vorliegen.

Bei der Beprobung linearer Strukturen, wie z.B. Gräben, ist einerseits – wie bei den Gruben (siehe oben) – der vertikale Aspekt zu berücksichtigen. Je nach Breite des Grabens sind aus dessen Schichten mehrere Proben pro Schicht zu entnehmen, wie das untenstehende Beispiel zeigt:



**Querprofil** durch einen Graben, der bis in den Grundwasserbereich hinunterreicht (mittelalterliche Niederungsburg Oberursel-Bommersheim, Hessen)  
 (aus Jacomet & Kreuz 1999)

Bei der Untersuchung ist zu beachten, dass die meisten Grabenfüllungen: **sekundär**, d.h. **jünger** als die Nutzungszeit des Grabens sind. Gräben sind deshalb nur

dann günstige Untersuchungsorte für biologische Reste, wenn eine eindeutige Stratigraphie mit datierenden Funde vorliegt.

Gräbt man längere Abschnitte von Gräben aus, so sind entsprechende Proben von verschiedenen Stellen zu nehmen. Die Abstände der Entnahmestellen richten sich nach der Fragestellung und können variieren. Beispiel: 100 m langer Graben: alle 10 m Proben nehmen. Wenn spezielle Befunde auftauchen, zusätzlich subjektive Proben nehmen (siehe 5.4.2.8.).

#### 5.4.2.4. Beprobung von Gräbern

Gräber sind ebenfalls Vertiefungen, doch erfordert ihre Beprobung ein anderes Vorgehen, weshalb sie hier separat behandelt werden.

##### Brandgräber:

Die archäobiologische Beprobung von Brandgräbern gibt viele Aufschlüsse über Grabriten und Grabbeigaben („Speisen fürs Jenseits“). Ihre sachgemässe Beprobung ist deshalb sehr wichtig. Dabei ist dem archäologischen Befund n zu tragen. So ist auf alle Fälle die Grabtypologie (z.B. römische Brandgräber nach Bechert 1980) zu berücksichtigen.

Generell sollte man den gesamten Grabinhalt bergen, aber wenn möglich getrennt nach „Befunden“, also z.B. den Inhalt einer Urne nicht mit Material aus ihrer Umgebung vermischen. Bei *bustum*-Gräbern sollten aus der Grabgrube mit der darin enthaltenen Brandschicht mehrere Proben, möglichst systematisch, entnommen werden. Allfällige Schichten sind separat zu beprobieren. So kann es möglich sein, Aufschlüsse über die Lage der Beigaben auf dem Scheiterhaufen zu erhalten. Die Lage der Proben im Grab ist sorgfältig zu dokumentieren.

##### Sonstige Gräber:

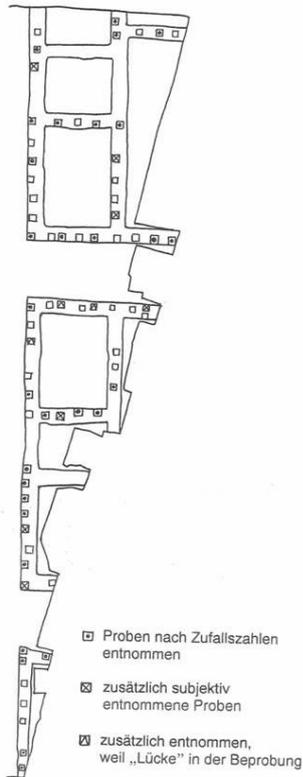
Körpergräber im Mineralbodenbereich enthalten meist keinerlei pflanzliche Beigaben mehr, aber allenfalls Reste tierischer Beigaben in Form von Knochen. Ausnahmsweise sind pflanzliche oder seltene tierische Reste (etwa Fell) Reste in der Nähe von Metallen, also metallinkrustiert erhalten (z.B. Fürstengrab von Hochdorf). Selten gibt es Gräber aus Feuchtbodenbereichen (z.B. Merowinger, Oberflacht); dort sind viele Reste (inkl. Textilien und Leder) usw. erhalten. Die Proben sind auf jeden Fall nach Lage im Grab getrennt zu nehmen und die Lage der Proben genau zu dokumentieren. Spezielle Fundansammlungen separat entnehmen (siehe unter 5.4.2.8., subjektive Proben).

Ein Spezialfall sind Grabhügel. Hier ist insbesondere die Grabkammer, gemäss archäologischem Befund, für eine Beprobung interessant. Einzelheiten sind von Fall zu Fall zu entscheiden. Besonders interessant im Fall von Grabhügeln können *in situ* erhaltene alte Oberflächen unter dem Hügel sein: Deren Beprobung lohnt sich insbesondere für pollenanalytische Untersuchungen, manchmal aber auch für Makroreste. Die Landschaft, in welcher ein Grabhügel errichtet wurde, kann so rekonstruiert werden.

#### 5.4.2.5. Auswahl der zu beprobenden Strukturen (gilt für Gruben, Pfostenlöcher, Gräber u.ä.m.)

Will man etwa Grubeninhalte vergleichen, und z.B. spezielle Eigenschaften von Gruben erarbeiten, so sind **alle** Gruben einer Grabung zu beproben. Gleiches gilt für Gräber, oder auch Pfostenlöcher. Eine spätere Auswahl der zu untersuchenden (und interessanten) Strukturen ist nur so möglich.

Wenn sehr viele Strukturen vorhanden sind (z.B. grosses Gräberfeld), so ist – meist wegen zeitlicher oder finanzieller Beschränkungen – bei der Auswertung eine Auswahl nötig. Diese kann systematisch oder randomisiert (nach Zufallszahlen) vorgenommen werden. Sie ist aber nur möglich, wenn – wie gesagt – alle Strukturen gleichermaßen beprobt wurden. Beispiel: Römisches Brandgräberfeld Windisch Dägerli (Südfriedhof), Hintermann 2000).



Bsp. links: Pfostengruben in einem römischen Militärlager: Die punktuellen Befunde, in diesem Fall Pfostengruben, wurden fortlaufend nummeriert. Dann wurden 30% der Befunde (jedes 3. Pfostenloch) nach Zufallszahlen ausgewählt und beprobt (1 Befund = 1 Probe). Nach dieser Beprobung hatte es „Lücken“: Diese wurden durch zusätzliche Proben gefüllt:

A) Proben, die genommen wurden, um Lücken auszufüllen

B) Proben, die genommen wurden, um solche Stellen zu erfassen, die von Auge sichtbar dunkel verfärbt waren und eine höhere Konzentration an Pflanzenresten vermuten liessen („subjektiv“ entnommene Proben; siehe unten)

(aus Jacomet & Kreuz 1999)

#### 5.4.2.6. Inhalte von Behältnissen wie z.B.: Amphoren, andere Gefässe, Kisten usw.

Die Untersuchung von Gefässinhalten ist nur dann lohnend, wenn sich darin Reste einer primären Füllung vermuten lassen. Zumeist sind Gefässfüllungen sekundär, haben also nichts mit der ehemaligen Funktion des Gefässes zu tun. Im Zweifelsfall das ganze Gefäss bergen und die weitere Untersuchung mit den entsprechenden SpezialistInnen absprechen.

#### 5.4.2.7. Beprobung von Wällen

Ein Wall ist eine aufgeschüttete Erdbefestigung, mit oder ohne Holzeinbauten, mit oder ohne Palisade bzw. Mauer darauf. Sind Holzeinbauten vorhanden (wie etwa im Fall eines *murus gallicus*), die erst noch verkohlt sind, so ist eine gezielte Entnahme von Holzproben zu empfehlen. Andere biologische Reste sind nicht zu erwarten.

Wie unter Grabhügeln (siehe oben), sind auch unter Wällen unter Umständen alte Oberflächen erhalten, deren Beprobung sich lohnt. Einzelheiten sind von Fall zu Fall zu entscheiden.

#### 5.4.2.8. Subjektiv entnommene Proben

Bisher war von systematisch oder nach Zufallszahlen entnommenen Proben die Rede, wobei immer wieder auf subjektiv zu entnehmende Proben hingewiesen wurde. Manchmal sind auch die Grenzen zwischen systematisch und subjektiv entnommenen Proben verwischt. Beprobt man beispielsweise in einer Schicht gezielt einzelne Strukturen, so ist das auch eine Art subjektive Beprobung. Bei subjektiv entnommenen Proben handelt es sich also um die Entnahme von „Spezialfällen“: Im Mineralbodenbereich sind dies etwa dunkel verfärbte Stellen, da diese höchstwahrscheinlich eine höhere Funddichte an verkohlten Pflanzenresten enthalten. Im Feuchtbodenbereich sind

es beispielsweise sichtbare Anhäufungen bestimmter Reste wie etwa Beerenkernhaufen, Exkremete von Wiederkäuern, Hunden oder Menschen, Fischschuppen, Moospolster usw. Solche Anhäufungen sind separat zu verpacken, und Vermischungen mit dem umgebenden Material sind möglichst zu vermeiden.

Weshalb sind subjektive Proben wichtig?

Oft liefern sie andere oder zusätzliche Aspekte früherer Tätigkeiten. Nehmen wir als Beispiel einen verkohlten Vorratsfund: Diese widerspiegelt eine Momentaufnahme des Zeitpunktes, zu dem er verkohlt ist. Oft enthält er – je nach Reinigungsgrad – noch seine ehemaligen Unkräuter, und man kann mit diesen sehr genaue Rückschlüsse über Anbaumassnahmen, Bodengüte usw. machen. Es handelt sich hier um einen „geschlossenen archäobiologischen Fundkomplex“. Mit einem solchen haben wir es meist auch in einem Brandgrab zu tun.

Im Gegensatz dazu liefern die „durchschnittlichen Schichtproben“ ein Abbild dessen, was über längere Zeit hinweg in den Müll geriet: Auch dies ist wichtig, und erlaubt es, die Zusammensetzung eines Spezialfundes richtig zu beurteilen. Man kann solche Proben als „offenen archäobiologischen Fundkomplex“ bezeichnen.

Die folgende Zusammenstellung (5.4.3.) zeigt die Aussagemöglichkeiten der unterschiedlichen Vergesellschaftungen von biologischen Resten schematisch:

### 5.4.3. Typen der Vergesellschaftung von archäobiologischen Resten in natürlichen und anthropogen entstandenen Ablagerungen und ihre Aussagemöglichkeiten

#### a) natürliche Ablagerungen

(Sub-)Fossile Vergesellschaftungen von Lebewesen heissen in der *Paläoökologie*:

ehemalige, "originale" Kombination von Lebewesen, die in situ eingelagert wurden = <b>autochthone</b> Ablagerung (am ehemaligen Wuchsort). Bsp.: Torf. sehr selten: allochthon ("en bloc" verlagert)	sekundäre Kombination von Lebewesen, die erst im Zuge ihrer Einlagerung (auf natürliche Weise) an den gleichen Ort gelangten = <b>allochthon</b> . Bsp.: von verschiedenen Orten zusammengeschwemmte Pflanzenreste
<b>Paläobiocoenose</b> (ehemalige Lebensgemeinschaft)	<b>Thanatocoenose</b> (Totengemeinschaft)

#### b) anthropogene Ablagerungen

Pflanzenreste, die meisten Wildtierreste (Wirbeltiere) und insbesondere die Fischreste, die sich auf Ausgrabungen finden, sind fast durchwegs **allochthoner** Herkunft, sie wurden durch Einwirkung des Menschen von ihrem Lebensort (bei Tieren: Jagdtiere) an einen Siedlungsplatz gebracht. Entscheidend für die Interpretation ist, ob eine Vergesellschaftung von Pflanzen- und Tierresten durch bestimmte, **kurzfristige** Ereignisse zustande kommt und nach ihrer Ablagerung nicht mehr verändert wird oder ob über einen **längeren Zeitraum** hinweg archäobiologische Reste in eine Schicht eingelagert werden.

"Geschlossene" archäobiologische Fundkomplexe (GAFK)	"Offene" archäobiologische Fundkomplexe (OAFK)
gleichzeitig, gemeinsam abgelagert	allmählich, über Jahre hinweg abgelagert
kurzfristiges Ereignis wird widerspiegelt	längerer Zeitraum wird widerspiegelt
oft auffällige Ansammlung von Pflanzenresten oder Tierknochen (z.B. Vorratsfund, Entschuppen eines Fisches, etc.)	gleichmässig in einer Ablagerung verteilte Pflanzen- und Tierreste
subjektive Bergung	objektive Bergung
Paläobiocoenosen oder Thanatocoenosen	immer Thanatocoenosen
<p><b>Bsp. für Paläobiocoenosen:</b>  <b>autochthon</b> (selten)  - fossiler Acker in der Marsch  - nat. Bewuchs einer Siedlungsstelle  - Ansammlung von Hausungeziefern</p> <p><b>allochthon</b> (Bsp.) bei Pflanzen rel. oft vorkommend, bei Tieren nicht:  - Kulturpflanzenvorrat mit Unkräutern, die zusammen auf dem gleichen Feld gewachsen sind  - Grassoden in Grabhügeln  - Moospolster  --&gt; direkte Abbilder ehemal. Pflanzengesellschaften</p>	<p><b>allochthon= Normalfall:</b>  Kulturschichten mit Pflanzen- und Knochenmaterial, das von verschiedenen Orten der Siedlung und der Siedlungsumgebung stammt und durch den Menschen eingebracht wurde (flächig oder in Vertiefungen wie z.B. Latrinenfüllungen, Brunnenfüllungen, Abfallgruben usw.)</p>
<p><b>Bsp. für Thanatocoenosen</b>  - Grabbeigaben  - Exkrememente  - Handwerksabfall (wenn einmaliges Ereignis)  --&gt; <b>direkte</b> Abbilder ehemaliger Tätigkeiten (Grabritus, Getreidereinigung usw.), meist "Momentaufnahmen"</p>	<p>generell nur <b>indirekte</b> Information zur ehemaligen Umwelt, Ernährung und zu Tätigkeiten. Zur Entschlüsselung sind <b>Behelfsdaten</b> aus der Ökologie, Ethnologie usw. sowie statistische Auswertungen nötig. Immer auch Ergebnis der Selektion durch den Menschen.</p>
<p><b>Vorteile</b>  gezielte, präzise Aussagen</p>	<p><b>Vorteile</b>  oft reichhaltige Artenlisten</p>
<p><b>Nachteile</b>  oft nur wenig Arten nachweisbar</p>	<p><b>Nachteile</b>  Interpretation der Daten schwierig</p>

#### 5.4.4. Wie viele Proben sollen entnommen werden?

Wichtige Kriterien bei der Festlegung dieser Zahl sind:

A: Erfassung der **Mengenverhältnisse** der wichtigen Taxa

B: Erfassung möglichst **vieler Taxa** (Umwelt) und **Resttypen** (Aktivitäten)

C: **Vergleich** von archäologisch abgrenzbaren Einheiten (in der Fläche und chronologisch); nur zu beantworten, wenn Befunde gleichwertig beprobt wurden.

D: Eine wesentliche Rolle spielt ausserdem, ob ein **Befund** aus archäologischer Sicht **wichtig** ist (z.B. erster römischer Brunnen in der Schweiz oder ähnlich)

Weitere zu beachtende Punkte sind:

- Ausdehnung und Mächtigkeit der Ablagerungen
- die Funddichte
- die Diversität
- die Fragestellung

**Es gibt keine Faustregeln, dies muss im Prinzip für jede Grabung neu entschieden werden.**

#### Beispiel:

Latrine mit mehreren Schichten, die unterschiedlich datiert werden können: aus jeder chronologisch abgrenzbaren Einheit muss mind. eine Probe untersucht werden, will man Auskunft über die Verfüllgeschichte erhalten. Gibt es 2 Latrinen an einem Fundort, so ist die zweite genau gleich zu beproben und zu untersuchen, um Vergleiche machen zu können

## 6. Methoden, um die Pflanzen- und Kleintierreste aus den Proben zu extrahieren: AUFBEREITUNG

**Sinn:** "Reinigung" der zu bestimmenden Reste von "Dreck" (= feinkörnige Sedimentbestandteile). Als „Nebenprodukt“ finden sich in den Proben oft auch Artefakte wie Münzen, Schmuckperlen etc.

Jeder von der Grabung kommenden Probe sollte – wenn nötig – eine **Skizze** mit Informationen zum Ort der Probenentnahme beigelegt sein (vgl. Beilage 1).

**Wichtig:** Jede Probe hat einen **Laufzettel** mit **Grabungskürzel** und **Probennummer**. Allen aus einer Probe entstehenden Teilen (=Fraktionen, ausgelesenen Resten) ist ein solcher Laufzettel beizufügen.

Bsp. Biesheim: BK020424xxx: Biesheim-Kunheim (BK), 2002 (02), 04 (chantier 04), 24 (structure 24), Probe Nr. xxx

→ Alle Arbeitsgänge und erhobenen Daten werden in das **Schlammjournal** und/oder das **Schlammprotokoll**<sup>18</sup>(vgl. Beilagen 2, 3) sowie die **Ausleseformulare** (Beilagen 4 und 5<sup>19</sup>) eingetragen.

*Vorgehen:*

### 6.1. Probe beschreiben

(Eintragen im Schlammjournal resp. -protokoll, Beilagen 2 und/oder 3): Material in grosser, flacher Schale ausbreiten. Beschreibung erfolgt makroskopisch (von Auge sichtbares): organische und anorganische Bestandteile, Matrix ("Reibtest" mit Fingern, um Körnigkeit festzustellen). Farbe: ev., mit Munsell Soil Colour Chart. Dient als grober Anhaltspunkt.

### 6.2. wenn nötig: Entnahme von Stich-/Reserveproben: mit Probenteiler<sup>20</sup> oder mit Gitternetzmethode

- flachen Behälter mit Hilfe eines Gitternetzes in Quadrate unterteilen, diese nummerieren. Zettel mit den entsprechenden Nummern versehen (→ Ziehung der Zufallszahlen).
- Erdmaterial (nach Messung des Volumens!) in dem Behälter möglichst homogen verteilen. Gitternetz darüber legen. Zufallszahlen ziehen. Es werden so viele Stichproben entnommen,



wie Material gebraucht wird (also z.B. aus einem 25-Liter-Sack aus einem m<sup>2</sup> einer Feuchtbodensiedlung so viele Stichproben nehmen, bis man 1-3 Liter Material beisammen hat).



- Volumen der Stichproben messen (wichtig für spätere Berechnung der Konzentrationen = "Korn"-/ Funddichten)

Stichproben können auch systematisch entnommen werden (also z.B. jeder vierte Quadrant o.ä., vgl. Van der Veen, M. & Fjeller, N. 1982)

→ Sollen **Subproben für Spezialuntersuchungen** (z.B. Parasiten, Phytolithen, Pollen usw.) aus einer Probe entnommen werden, so hat das HIER zu geschehen. In Schlammjournal und – sofern vorhanden – Schlammprotokoll vermerken.

### 6.3. Vorbehandlung VOR dem Einweichen:

**Mineralbodenproben von lehmig-toniger Konsistenz:** vorher mind. 48 Std. im Trockenschrank trocknen (max. 30°) oder nass machen und Tiefkühlen, danach auftauen<sup>21</sup>.

<sup>18</sup> Auf der Grabung reicht ev. das Führen eines Schlammjournals aus.

<sup>19</sup> Die Beilagen sind Beispiele. Es empfiehlt sich, für jede Grabung NEU adäquate Formulare zu entwerfen.

<sup>20</sup> Siehe unter 6.7

<sup>21</sup> siehe aber die an „Lehmknollen“ reichen Proben aus dem Abri von Lutter (Einschub nach 6.9.)

**Kompakte Feuchtbodenproben:** Tiefkühlen und langsam wieder auftauen bringt die besten Ergebnisse (Vandorpe & Jacomet 2007).

#### 6.4. Probe in Wasser einweichen



Es empfiehlt sich meist, die eingeweichte Probe mind. 12 Std. stehen lassen.

**Nicht eingeweicht** werden ganz trockene Proben (oder andere Spezialfälle), die vor allem aus Pflanzenmaterial bestehen.

#### 6.5. Volumen der Probe messen

in wassergesättigtem Zustand messen, in einem Gefäß mit Literskala.

Eintragen des Wertes ins Schlammjournal und/oder Schlammprotokoll.



Eingeweichte Probe in Eimer mit Literskala

#### 6.6. Probe Sieben

**Achtung:** auf jeden Fall sollten vor der Extraktion **sehr fragile Reste** (ganze Ähren, Hülsen, Blätter usw.) entfernt werden bzw. Proben, die nur aus solchen Resten bestehen, sollten keinesfalls geschlämmt werden.

Es gibt 3 hauptsächlich angewendete Methoden, um die Reste zu extrahieren:

**a) trocken Sieben:** z.B. geeignet für ganz trockene Proben, oft mit hoher Funddichte von Pflanzenresten (z.B. verkohlter Getreidevorrat oder trocken erhaltene Pflanzenreste). Zuerst immer prüfen, ob man solches Material nicht ohne vorheriges Sieben direkt auslesen soll, um Beschädigungen so weit als möglich zu vermeiden – siehe Kasten oben.

**b) Flotation (inkl. Halbflotation) mit Hilfe einer Siebkolonne** (vgl. folg. Abb.)

beruht auf der Tatsache, dass organische Reste leichter sind als anorganische Bestandteile und deshalb schwimmen: sie müssen durch Wasserstrahl/Luft zur Flotation gebracht werden und können so über einen Siebsatz dekantiert werden. Man kann unterscheiden zwischen reiner **Flotation** (vgl. etwa Abb. 6.7. Flotationsanlage Typ Ankara in Jacomet/Kreuz 1999, S. 122) und **Halbflotation** resp. **wash-over**. Das letztere wird von uns üblicherweise angewendet und wird hier deshalb näher beschrieben.

**Konkretes Vorgehen Halbflotation (wash-over):**

Eingeweichtes Material portionsweise in ein kleines Becken auf dem obersten Sieb geben, mit Wasserstrahl „aufrühren“, was oben schwimmt geht in das Sieb. Dies sind vor allem die leichten, d.h. die organischen Bestandteile.



Der nicht schwimmende Rest im Becken wird auf die Seite getan (Bild oben: Kessel links) und wenn nötig in einem zweiten Arbeitsgang geschlämmt,

wobei man normalerweise das kleinste Sieb weglässt (vgl. unten, anorganische Fraktionen).

Das (vor allem) organische Material im Becken wird dann mit dem Wasserstrahl überspült, bis das unten austretende Wasser sauber ist. **Wasserdruck: nicht zu hoch**, sonst gehen fragile Reste kaputt.



Schlammethode im Schlämjournal und Schlämmprotokoll vermerken (Beil. 2 und 3)

Danach erfolgt das **Umfüllen** der Fraktionen in geeignete Behältnisse:



Siebinhalt mit Hilfe eines abgesägten Trichters in ein Becken ausspülen.



Danach durch kleines, sehr feinmaschiges Sieb dekantieren.

#### **Siebmaschenweiten organ.:**

Bsp. für Mineralbodenablagerungen: 4mm, 1mm und 0,35 mm

Bsp. für Feuchtbodenablagerungen: 8mm (als Fänger), 2mm und 0,5/0,35 mm

Die kleinste Siebmaschenweite ist von der Fragestellung abhängig. Wenn Seeufervegetation mit Kleinst-Samen rekonstruiert werden soll, ist min. bis auf 0,2 oder sogar 0,125 mm zu schlämmen.

Ob mit einer Flotationsanlage gearbeitet wird oder mit Halbflotation, ist stark vom Material abhängig: lehmige Proben sind für eine Flotationsanlage ungeeignet, locker-sandige können hingegen leicht flotiert werden. Letzteres ist etwa auf Grabungen in ariden Gebieten (z.B. Naher Osten, Nordafrika) der Fall.

c) es gibt noch die Möglichkeit, das gesamte Material zu Sieben („**wet-sieving**“). Allerdings werden dadurch organische Bestandteile beschädigt, weshalb diese Methode von uns nicht mehr angewendet wird. Vgl. dazu etwa Hosch/Zibulski 2003.

**Siebmaschinen:** Hochfrequenzrüttelmaschinen sind für archäobiologische Zwecke völlig ungeeignet: die verkohlten (generell: fragile) Reste gehen kaputt. Leicht schwenkende Siebe können u. U. geeignet sein.

### 6.7. Trennen von organischem und anorganischem Anteil

Dies erfolgt durch Goldwaschen: Besonders in den kleinen Fraktionen lassen sich auch durch Halbflotation anorganische und organische Bestandteile nicht ganz sauber trennen. Hier wird das fraktionierte Material in einer flachen Schale mit Wasser nochmals geschwenkt: die leichten (=organischen) Anteile schwimmen obenauf und können durch ein feinmaschiges Sieb (z.B. 0,125 mm) dekantiert werden. Die übrig bleibenden anorganischen Bestandteile kommen zum restlichen anorganischen Material.

Wenn der anorganische Anteil sehr klein ist (z.B. Latrinen im Feuchtbodenbereich, andere organische Schichten von „torfiger“ Konsistenz), erübrigt sich eine Trennung.

#### **Siebmaschenweiten anorgan. bzw. was passiert mit dem anorganischen Anteil?**

Der anorganische Anteil muss mindestens stichprobenweise durchgesehen und aufbewahrt werden, denn sonst erkennt man z. B. mineralisierte Reste nicht. Latrinen im Mineralbodenbereich bestehen zu 90% aus solchen mineralisierten Fäkalienteilen. Auch Tierknochen und archäologische Kleinfunde befinden sich meist im anorganischen Teil der Fraktionen.

#### **Konkretes Vorgehen:**

##### *Grosse Fraktionen (8 und 4mm):*

soweit nötig (wenn Probe z. B. über 2 Liter Volumen hat) 8mm-Sieb verwenden, um grosse Kiesel zu separieren. Aus 8mm-Fraktion Knochen und andere archäologische Objekte entfernen und zur 4mm-Fraktion tun. Volumen<sup>22</sup> der unbearbeiteten Steine (meist Kiesel)  $\geq$  8mm messen und diese dann wegwerfen.

Das Volumen der weggeworfenen Steine  $\geq$  8mm, plus Volumen 4mm-Fraktion anorganisch = Gesamtvolumen anorganisch 4mm Fraktion.

##### *Kleine Fraktionen 1mm und weniger:*

a) wenn beim Schlämmen z.B. **auffällig viele Kleinknochen** vorhanden sind (diese landen meist im organischen Teil der Fraktion), dann **Vorsicht:** trockene anorganische Fraktionen mit Stereolupe kontrollieren.

*1mm:* alles aufbewahren, wenn reichlich Reste vorhanden

*0,35mm:* Stichprobe (je nach Fraktionsvolumen, maximal 50 ml) aufbewahren.

b) wenn beim Schlämmen **nichts auffälliges** vorhanden ist: trockene Fraktionen mit Stereolupe kontrollieren. Wenn an biologischen Materialien nur Knochenspongiosa vorhanden ist, und sonst „nur“ Steine:

*1mm:* Stichprobe (max. 100 ml, je nach Fraktionsvolumen) aufbewahren

*0,35mm:* wegwerfen

Bei der Entnahme von Stichproben: Probenteiler oder Gitternetzmethode anwenden.

##### *Probenteiler:*

<sup>22</sup> Das Messen des anorganischen Anteils kann man sich dann sparen, wenn dieser keine archäobiologischen Reste enthält. Ausserdem ergibt sich der Wert durch die

Differenz zwischen Ausgangsvolumen der Probe und Volumen des organischen Anteils.



Verpackte Fraktionen von getrockneten Mineralbodenproben.

- ➔ Immer alle Teile mit entsprechenden Etiketten versehen.
- ➔ Keine Materialien zwischen den Schlämmstationen tauschen.

### 6.8. Volumen der Fraktionen messen

Organisches und anorganisches Material getrennt messen (siehe Anm. 24). Bei Mineralbodenproben wird das Fraktionsvolumen nach dem Trocknen, bei Feuchtbodenproben in nassem Zustand gemessen. Eintragen auf Schlämmjournal und/oder Schlämmprotokoll, vgl. Beil. 2 und 3 bzw. auf den Auslesejournalen, Beil. 5 ff.

### 6.9. Aufbewahren bis zur Untersuchung:

*Feuchtbodenmaterial:* nass (in Wasser), kühl (<5 Grad C) und dunkel

*Mineralbodenmaterial:* langsam und vorsichtig trocknen, trocken aufbewahren.



Bild oben: Auslegen einer holzkohlereichen Fraktion aus Mineralbodenerhaltung zum Trocknen

Generell gilt für sämtliches archäobiologisches Material, dass eine Lagerung bei konstanten Bedingungen (Feuchtigkeit und Temperatur) erfolgen sollte.



## 7. AUSLESEN, BESTIMMEN UND QUANTIFIZIERUNG

Man kann zwischen einer detaillierten Untersuchung (siehe 7.1.) und sog. „rapid scanning“ (siehe 7.2.) unterscheiden.

### 7.1. Detaillierte Untersuchung

#### 7.1.1. Was wird ausgelesen?

Eine Fraktion besteht aus unterschiedlichen **Materialklassen** (z.B. Samen und Früchte, Fruchtstandteile, Holz, Rinde, Moose, Steine, Wurzeln, Knochen usw.). Alles, was später vollquantitativ erfasst (also gezählt) werden soll, muss ausgelesen<sup>23</sup> und bestimmt werden.



Bild oben: 1mm-Fraktion aus einer Mineralbodenprobe mit vielen rezenten Wurzeln (Lutter 2006)

Normalerweise werden die **Samen** und Früchte sowie bestimmbar erscheinende Knochen (z.B. **kleine Knochen**, ganze Fischechuppen) ausgelesen. Knochenspongiosa muss mind. aus einer kleinen Stichprobe erfasst werden (vgl. oben).

Alles, was nicht genauer bestimmt wird, wird nur grob-halbquantitativ erfasst. Generell werden die Anteile der Materialklassen geschätzt (%-Wert, ca. Volumen-% oder ganz grobe Skala wie: selten, + mittel ++, häufig +++, dominant ++++; siehe Auslesejournale und Materialklassen-Probenbeschreibung, Beil. 5 und 6). Als Hilfe eignen sich z.B. "Schätzvorlagen" aus der Mineralogie.

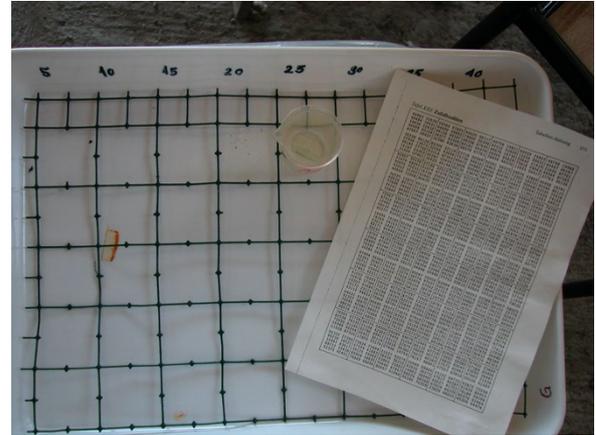
#### 7.1.2. wie viel muss ausgelesen werden?

Bei relativ fundarmen Proben (=Normalfall im Mineral – oder Mineralbodenbereich) wird alles ausgelesen. Ist eine Probe **sehr reich an Resten** (z.B. Samen/ Früchte), so müssen Stichproben aus den Fraktionen entnommen werden (fast immer aus den kleinen Fraktionen), da sonst der Aufwand zu gross wird.

<sup>23</sup> Hiervon können bei viel Erfahrung und grossen Mengen bestimmter Taxa/Resttypen Ausnahmen gemacht werden, d.h. man zählt die Reste ohne sie

### Entnahme von Stichproben aus den Fraktionen

**Gitternetzmethode (grid-sampling):** v.a. für feuchtes Material geeignet.



- Quadranten z.B. in einer rechteckigen Schale nummerieren. Zufallszahlentabelle bereitlegen.
- organischen Anteil der Fraktion (**nach** Messung des Volumens!) in der Schale möglichst homogen verteilen (wenn nass, vorher Wasser durch feinmaschiges Sieb abgiessen)
- Stichproben mit Spachtel o.ä. gemäss der Reihenfolge der Zufallszahlen entnehmen.

Die Stichproben können auch **systematisch** entnommen werden (d.h. z.B. jeder 4. Quadrant o.ä.).

Bei Mineralbodenmaterial eignet sich ein sog. Probenteiler sehr gut, um die Probe zu teilen (engl. sample divider oder **riffle-box**; kommt aus der Bodenkunde) (Van der Veen, M. & Fjeller, N. 1982). Siehe Foto S. 26.

Jede Stichprobe enthält einen Zettel mit Grabungskürzel, Probennummer, Fraktion, SP-Nr.

Volumina der Stichproben auf dem **Schlammprotokoll** (Beil. 3 und 4) und (später) dem Zählformular eintragen.

#### 7.1.3. Wie gross muss eine Stichprobe sein?

Um die Anteile der häufigeren (Anteil mind. 10%) Taxa in einer Probe repräsentativ (mit einer definierten Wahrscheinlichkeit) wiederzugeben?

Hierzu haben Van der Veen & Fjeller (1982) Berechnungen durchgeführt. Allerdings gelten diese strenggenommen nur für Vorratsproben mit viel

auszulesen oder man erfasst – je nach Fragestellung – nur ihr Vorhandensein (presence - absence, vgl. auch 7.5.1.)

verkohltem Getreide. Je nach Anzahl Reste, die gezählt werden, ist die Wahrscheinlichkeit, die realen Anteile zu erfassen, unterschiedlich.

Das folgende gilt nur für **Botanische Reste**:

d (%)	1- $\alpha$ (%)	P (%)	N							
			100		500		1000		$\infty$	
			n	%	n	%	n	%	n	%
5	95	50	80	80	218	44	278	28	384	
		20	72	72	166	33	198	20	246	
		10	59	59	109	22	122	12	138	
2	95	50	97	97	415	83	707	71	2401	
		20	94	94	378	76	607	61	1537	
		10	90	90	318	64	465	47	864	
5	98	50	85	85	261	52	352	35	541	
		20	78	78	205	41	258	26	346	
		10	67	67	141	28	164	16	195	
2	98	50	98	98	436	87	772	77	3381	
		20	96	96	407	81	684	69	2164	
		10	93	93	355	71	550	55	1217	

d = Genauigkeit der Aussage, die erreicht werden soll oder statistische Sicherheit

1- $\alpha$  = Irrtumswahrscheinlichkeit

P = prozentualer Anteil einer Pflanzenart an der Zielgruppe

N = Anzahl Samen/Früchte in der Zielgruppe

n = erforderliche Stichprobengrösse

Es sollten also z.B. so grosse Stichproben entnommen werden, dass minimal etwa 550 bestimmbare Pflanzenreste<sup>24</sup> darin enthalten sind (vgl. Tab. oben: 541). Da man die Zahl nicht von vornherein sieht, muss man ausprobieren (zuerst 2 kleine Stichproben z.B. à 10ml zählen, dann weitere 2 usw., Sättigungskurve erstellen). So kann das ideale Volumen der Stichproben festgelegt werden. Dies muss für jedes Material **neu** gemacht werden.

**Achtung:** Je nach Verteilung der Reste in einer Fraktion, z.B. bei starkem Überwiegen einer Art und/oder Anstreben einer höheren Aussagegenauigkeit, muss die Zahl der auszulesenden Reste nach oben korrigiert werden, damit die Wahrscheinlichkeit, erfasst zu werden, für alle Reste gleich ist.

**Zoologische Kleintierreste** finden sich erfahrungsgemäss in sehr viel geringerer Zahl als botanische Reste. Daraus folgt, dass grundsätzlich das Maximum ausgelesen werden muss (meist alles.). Eine statistische Überprüfung der Relation Taxa – Knochenzahl muss auf alle Fälle erfolgen. Die aus der Relation resultierende Sättigungskurve zeigt an, bei welcher Fragmentzahl die zu erwartenden Taxa erwartet werden können.

Der Rest der Fraktion kann in speziell interessanten Fällen (z.B. hohe Diversität, spezielle Funde etc.) weiter ausgelesen werden.

#### 7.1.4. Vorgehen beim Auslesen des zu bestimmenden Materials, Bestimmung, Quantifizierung

**Prinzipiell:** bei Mineralbodenmaterial erfolgt das Auslesen in trockenem Zustand, bei Feuchtbodenmaterial in Wasser.



#### Vorgehen:

a. einen **kleinen Teil** der auszulesenden Fraktion /Stichprobe in eine flache Schale geben. Das Material darf **nicht zu dicht** liegen, man muss den Boden der Schale sehen können.

b. **Durchmustern** dieses Materials unter einer Stereolupe bei Vergrösserungen zwischen 5 – 20 fach (je nach Fraktionsgrösse). Systematisch vorgehen (z.B. in **Reihen**). Damit nicht Teile der Fraktionen mehrfach angeschaut werden, versieht man den Boden der Ausleseschale mit einer entsprechenden Markierung.

c. das zu bestimmende Material mit einer Federpinzette oder einem Pinsel **auslesen**

d. ausgelesenes Material **artweise** (wenn möglich) in Sortierschachteln oder einzelne kleine Schächtelchen **ablegen**.

e. Ausgelesene Objekte mit Hilfe der Stereolupe nochmals durchsehen, bereits bekanntes **beschriften**: **Laufzettel** (Grösse an Behälter angepasst.) mit Grabungskürzel, Probennummer, Fraktion sowie wissenschaftlicher Name, Resttyp, Erhaltung. Unbekannte, aber bestimmbar erscheinende als „Varia“ ablegen (werden später bestimmt). Unbestimmbar erscheinendes als Indet (=Indeterminata) ablegen.

f. ausgelesene Objekte **zählen** (=Quantifizierung; zur Zählweise siehe unten). Achtung: vorher **Zähleinheiten** definieren (komplexes Problem).

<sup>24</sup> Was einberechnet wird, muss vorher definiert werden.

Beispiele:

- sehr viele Leinsamenfragmente vorhanden: nur Objekte mit Nabel zählen, da sonst viele doppelt gezählt würden
- sehr viele Fischschuppen: nur Stücke zählen, von denen mehr als die Hälfte erhalten ist

Die ausgezählten Werte werden in ein spez. **Zählformular** eingetragen, oder einfach auf einem Notizblatt notiert; danach (oder auch direkt) werden sie in eine Datenbank eingegeben.

**g.** ausgelesene Objekte artweise in kleine, dicht schliessende Behältnisse **verpacken**. **Unverkohltes** Pflanzenmaterial in wasserdichte Röhrchen mit **Konservierungslösung** (bei uns ein Gemisch von dest. Wasser, Glycerin, Alkohol (1:1:1) mit einem Zusatz des Fungizides Thymol; Achtung giftig!). **Verkohlt**es Material: **trocken** in kleine Schächtelchen packen (bei Transport vor Bruch schützen m. H. von Watte o.ä.). In jeden Behälter kommt der Laufzettel mit Grabungskürzel, Probennummer, Fraktion, Wiss. Name, Resttyp, Erhaltung).

**Achtung:** was bald nochmals im Detail angeschaut wird, wird erst hinterher in Konservierungslösung gepackt.

Für **tierische** Reste ist vielfach keine Konservierungslösung nötig. Wenn die Erhaltungsbedingungen günstig sind, reicht ein allmähliches Antrocknen der Reste als Konservierungsmassnahmen.

**h. Verräumen** der verpackten Objekte. Ordnung: am besten systematisch nach Pflanzen-/Tierfamilien und Gattungen. Material aus einer Grabung bleibt zusammen.

Ist eine Anzahl Proben aus einer Grabung ausgelesen (oder auch alle, je nach Kenntnisstand des Bearbeiters), so kann mit den **Detailbestimmungen** begonnen werden:

**i.** versorgte Objekte einer systematischen Einheit **hervornehmen**

**j.** **Unterscheidungsmerkmale** in der Literatur suchen und **unbedingt Vergleichssammlung** mit rezenten Samen / Knochen konsultieren.

**k. Beschreiben** und allenfalls auch **Vermessen** von wichtigen Taxa, vor allem Kulturpflanzen und Raritäten aber auch von osteologischen Resten (Fische: Schätzungsmöglichkeit der Körpergrösse; von Fall zu Fall entscheiden, was alles dokumentiert werden soll).

**l. Dokumentation:** Zeichnung, Foto. Auswahl erfolgt in der Botanik z.B. nach den Kriterien: Kulturpflanze, Erhaltung, Spezieller Fund.

### 7.1.5. Zählweise der Reste ?

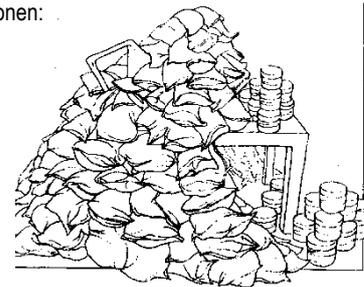
Die bestimmbar Reste sind die **Zähleinheiten = Variablen**, mit denen Berechnungen durchgeführt werden. Sie können voll- oder halbquantitativ erfasst werden.

**Vollquantitativ:** Auszählen

**Halbquantitativ:** Schätzen der Häufigkeiten von Auge nach Prinzip Abundanz (Deckungsgrad) gemäss einer Skala oder nach dem System vorhanden / nicht vorhanden

### 7.2. „Rapid Scanning“:

Zur Vermeidung solcher Situationen:



Grabungsbegleitend, oft aber auch generell, wird bei grösseren Probenserien zuerst der Inhalt der Proben nur grob-halbquantitativ erfasst (vgl. Beil. 7). Es geht darum, einen ersten Eindruck vom Material zu gewinnen, um:

- a) erste Interpretationen zu machen und
- b) geeignete Proben für eine spätere Detailuntersuchung zu definieren.

Dabei wird die grössere Fraktion (meist 4 mm) nach Materialklassen getrennt und diese grob halbquantitativ notiert (vgl. Beil. 7). Aus der nächstkleineren (meist 1mm-) Fraktion werden 2-3 Kaffeelöffel Material unter der Stereolupe durchgesehen und die Anteile der Reste und Taxa grob halbquantitativ notiert. Spezielle Dinge können ausgelesen werden. Generell wird aber das grob gesichtete Material zur Fraktion zurückgekippt.

Rapid-Scanning kann nur von erfahrenen Personen gemacht werden, die Materialklassen und Taxa gut kennen.

## 8. AUSWERTUNG

Im Folgenden werden übliche Berechnungsmethoden zur

- a) Rekonstruktion der Bedeutung einer Nahrungspflanze oder einer Tierart
- b) als Ausgangspunkt für Vergleiche von Strukturen, Schichten usw.

aufgeführt. Die Auswertungsmethoden sind für grössere Tierknochen einerseits und botanische Makroreste und zoologische Kleinreste

andererseits zum Teil gleich, zum Teil aber auch unterschiedlich.

## 8.1. Quantifizierung und Auswertung in der Archäozoologie (handaufgelesene = grössere Knochen)

### 8.1.1. Knochenzahl bzw. Fragmentzahl

Die **Säugetierskelette** (zu Fischen siehe unten) bestehen jeweils aus leicht unterschiedlichen Anzahlen von Einzelknochen (vgl. Schweineskelett im Vergleich zu Paarhufer- oder Unpaarhufer skeletten etc.). Trotzdem bestehen nicht grosse Unterschiede zwischen diesen Zahlen, d.h. die Knochenzahlen resp. die Fragmentzahlen beziehen sich in etwa auf eine ähnliche, mehr oder weniger vergleichbare Basis. Deshalb ist es auch zulässig, die auf der Basis der Knochenzahlen ermittelten Prozentwerte zwischen den verschiedenen Tierarten miteinander zu vergleichen und so die unterschiedliche Bedeutung der Tierarten daraus abzuleiten. Da die Bezugsquellen in etwa vergleichbar sind, wird mit der Statistik nach Knochen- resp. Fragmentzahlen vorwiegend die Bedeutung der einzelnen Arten auf der Grundlage der Individuenzahl vorgenommen.

**Vorteile:** Knochenzahlen werden in den meisten Projekten verwendet und publiziert. Für überregionale Vergleiche stellen sie deshalb meist die einzige brauchbare Quelle für Vergleiche dar. Es gibt auch kaum grössere Probleme durch unterschiedliche Zählweisen. Einzige Einschränkung: neu entstandene Fragmente, welche durch schlechte Erhaltung, unsachgemässe Lagerung oder unsachgemässe Konservierung entstehen können, werden teilweise unterschiedlich gewichtet. Dies sollte auf jeden Fall in einer Arbeit näher beschrieben werden.

**Nachteile:** Unterschiedliche Erhaltung zwischen einzelnen Fundstellen kann die Fragmentstatistiken beeinflussen und die Vergleichbarkeit beeinträchtigen. *Beispiel:* Sehr schlechte Erhaltung führt zu einem höheren Anteil an losen Einzelzähnen. Im Extremfall können beinahe ausschliesslich Zähne bestimmbar bleiben. Ein Vergleich zwischen Siedlungskomplexen mit guter und sehr schlechter Erhaltung führt deshalb zu einem Vergleich zwischen Bestimmungsergebnissen, welche auf der Basis von Knochen und Zähnen ermittelt wurden mit solchen welche ausschliesslich auf Zähnen beruhen. Da bei Wildtieren teilweise die Köpfe resp. die Schädel nicht konsequent in die Siedlung gelangten, kann es bei einem solchen Vergleich zu Fehleinschätzungen kommen.

Auch bei guter Erhaltung kann die Fragmentierung der Knochen verschiedener Siedlungen unterschiedlich sein. So können gewerbliche Nutzungen von Tierknochen zur intensiveren Zerkleinerung von Knochen führen (vgl. Artefakt-Herstellung oder Knochenleim-Herstellung). Dadurch kann die Vergleichbarkeit ebenfalls eingeschränkt sein.

**Fischknochen.** kommen zwar meist in den Schlämmresten vor, finden sich aber auch unter den handaufgenommenen Knochen. Ihre Skelette unterscheiden sich deutlich von Säugetierskeletten. Sie zeichnen sich durch eine erheblich höhere Anzahl von Kopfknochen aus, Extremitäten fehlen. Dementsprechend dürfen – nach Abklärung der Körperteilrepräsentanz (Kopf/ Rumpf) - nur Fischarten untereinander verglichen werden. Basis für diesen Vergleich können nur die Knochen sein, die Schuppen werden für einen derartigen Vergleich ausgeklammert. Hintergrund dafür ist

1. ihre unterschiedliche Erhaltungsfähigkeit
2. ihre unterschiedliche Repräsentanz bei den verschiedenen Fischarten.

Vgl. im übrigen zur Auswertung von Fisch- und generell Kleintierresten unter 9.2.

### 8.1.2.: Mindestindividuenzahl (MIZ)

Bei dieser Methode werden die Fragmente nach Fragmentlage (distales Gelenkende, proximales Gelenkende, Schaftfragment), Schlachalter und Körperseite (links, rechts) geordnet und die grösste Anzahl der so geordneten Fragmente bestimmt die Mindestindividuenzahl (MIZ). Die Knochenfragmente einer Siedlung müssen dann demnach mindestens von dieser Anzahl Individuen resp. Tieren stammen. Theoretisch können sie aber auch von mehr Tieren stammen → deshalb **Mindestindividuenzahl**. Die genaueste Methode die MIZ zu bestimmen, ist die Ermittlung der MIZ anhand der Zahnreihen und Einzelzähnen, da hier das Schlachalter am genauesten bestimmt werden kann und auch kleinere Altersunterschiede, welche zu mehr Individuen führen, erkannt werden können.

**Vorteil:** Dies ist eine Methode, bei welcher direkt die Individuenzahlen der unterschiedlichen Tierarten verglichen werden können. Daraus lässt sich ermitteln, wie viele Tiere minimal geschlachtet oder gejagt worden sind, um den Fleischbedarf zu decken. Weitere Hochrechnungen auf der Basis der Individuenzahlen sind möglich → Herdengrössen etc.

**Nachteil:** Die MIZ kann mit verschieden grossem Aufwand ermittelt werden (Schlachalter berücksichtigen oder nicht etc.). Nicht alle WissenschaftlerInnen verwenden die gleiche Methode. Die Vergleichbarkeit ist deshalb oft gering. MIZ in kleinen Teilkomplexen zu ermitteln ist

meist nicht sinnvoll. MIZ, welche anhand der Knochen aus einem kleinen Teilbereich einer römischen oder mittelalterlichen Stadt ermittelt werden, ergeben meist keine sinnvollen Aussagen. MIZ anhand der Knochen, welche aus klar bestimmbareren Teilen von Dörfern ermittelt wurden, sind eher sinnvoll.

### 8.1.3. Knochengewicht

Das Gewicht der Knochen der verschiedenen Tierarten wird prozentual miteinander verglichen. Da ein Säugetierskelett etwa um 10-13% des gesamten Körpergewichtes ausmacht, können diese Anteile direkt miteinander verglichen werden und vermitteln etwa den relativen (prozentualen) Anteil der verschiedenen genutzten Fleischsorten.

**Vorteil:** Unterschiedlich intensive Fragmentierungen spielen keine Rolle bei einem Gewichtsvergleich. Da die Tierknochen zumeist als Speise- und Schlachtabfall zu interpretieren sind, kann aus der Knochengewichts-Statistik direkt auf die nahrungswirtschaftliche Bedeutung der verschiedenen Tierarten geschlossen werden.

**Vorsicht:** Die Gewichtsanteile geben nur die **relative** Bedeutung der Arten wieder. Die Gewichtsangaben lassen keine Berechnungen der absoluten, konsumierten Fleischmenge zu.

**Nachteil:** Knochengewichtsangaben fehlen sehr oft in den Publikationen. Stark unterschiedliche Konservierung von Knochen innerhalb einer Siedlung kann zu ungenauen Gewichtungen der Arten führen. Unterschiedliche Konservierungen zwischen Siedlungen sind kein Problem, da ja normalerweise nur die relativen Prozentanteile verglichen werden.

### 8.1.4. Funddichte der Knochen

Dieses Mass gibt an, wie viele Knochenfragmente durchschnittlich pro Volumeneinheit in einer Fundschicht vorhanden waren. Da die Schichtvolumina sehr oft unterschiedlich stark sekundär verändert worden sind (Schichtpressung, Erosionen etc.), wird oft eine „Funddichte“ errechnet, welche angibt, wie viele Knochenfragmente pro Quadratmeter und Zeiteinheit (Dendrojahr) in den Boden gelangt sind. Meist werden nicht Dendrojahre verwendet sondern Siedlungsphasen. Diese umspannen meist etwa 20 Jahre (Schwankungsbereich: 15-25 Jahre) und sind deshalb grob miteinander vergleichbar. Die so ermittelte Funddichte gibt dann an, wie viele Knochenfragmente pro Quadratmeter und Siedlungsphase in den Boden gelangt sind.

**Vorteil:** Die Funddichten sind direkt miteinander vergleichbar. Die Funddichten verschiedener Tierarten beeinflussen sich gegenseitig nicht. Stratigraphische resp. chronologische Vergleiche

von Funddichten lassen auf absolute Änderungen im Verbrauch und in der nahrungswirtschaftlichen Bedeutung der verschiedenen Tierarten schliessen, während alle zuvor behandelten Quantifizierungen nur auf relative Veränderungen schliessen lassen. Chronologische Veränderungen von Prozentwerten einer Tierart können auch dadurch bedingt sein, dass letztlich die Bedeutung einer anderen Tierart sich stark verändert und dadurch die Prozentwerte der betrachteten Art beeinflusst. Bei Funddichten ist dies nicht der Fall, da die Funddichte einer Art, diejenige einer anderen nicht beeinflusst.

**Nachteil:** Diese Methode kann nur im Bereich von Feuchtbodenerhaltung sinnvoll genutzt werden, da eine sehr genaue Datierung der Nutzungsphase resp. Siedlungsphase einer Siedlung eine unbedingte Voraussetzung ist (Dendrochronologie). Zusätzlich braucht es auch eine exakte Flächenangabe des ergrabenen Siedlungsausschnittes. Diese fehlt oft in archäozoologischen Publikationen.

### 8.1.5.: Stetigkeit

Die Stetigkeit ist ein Prozentwert, welcher angibt, in wie viel Prozent einer definierten Menge (z.B. der Siedlungen, Fundpunkte etc.) einer Kultur oder einer Epoche eine Tierart nachgewiesen ist. Bsp.: In wie vielen Befunden aus einer Epoche kommen landschaftstypische Tierarten vor (z.B. Hase)? Dieses Mass vernachlässigt die Häufigkeit der Knochen in den Siedlungen (Stetigkeit bei durch Probenentnahme erfassten archäobiologischen Kleinfunden vgl. unter 9.2., Archäobotanik sowie zoologische Kleinfunde wie Fische, Amphibien etc.).

**Vorteil:** Dies ist eine passende Methode, um die Bedeutung auch ganz seltener Wildtierarten zu erfassen und deren Entwicklung über längere Zeiträume zu vergleichen. Mit Hilfe der Stetigkeiten kann also Faunengeschichte betrieben werden.

**Nachteil:** In kleinen Komplexen findet sich naturgemäss nur eine geringe Artendiversität. Für einen sinnvollen Vergleich braucht es somit genügend grosse Komplexe. Ebenso ist der Aussagegehalt gering, wenn pro Vergleichseinheit (Kultur, Epoche etc.) nur wenige Fundstellen vorhanden sind. Die Stetigkeit ist nur für Wildtier- und seltene Haustierarten sinnvoll. Die Stetigkeiten des Hausrindes betragen wohl überall 100%.

## 8.2. Quantifizierung und Auswertung der übrigen biologischen Reste (Botanische Makroreste und zoologische Kleinfunde)

Zum Teil sind die Quantifizierungsmöglichkeiten ähnlich wie für die grösseren Tierknochen, zum Teil anders.

### 8.2.1. Stetigkeit:

#### In wie viel % der Proben einer Schicht, Siedlungsphase etc. kommt ein Taxon vor?

Mit Hilfe der Stetigkeit kann die Bedeutung eines Taxons in einer Schicht, Siedlungsphase usw. abgeschätzt werden.

Bsp.: Gerstenkörner haben eine Stetigkeit von 95% in Siedlung A, von nur 10% in Siedlung B. Gleiche Erhaltung vorausgesetzt, wurde also Gerste also in der Siedlung A sehr regelmässig genutzt, in der Siedlung B dagegen sehr selten. In Siedlung A wurden zudem auch Anhäufungen (Vorräte) gefunden, ausserdem Dreschrückstände. Mit einer sehr hohen Wahrscheinlichkeit ist davon auszugehen, dass Gerste durch die Bewohner von Siedlung A angepflanzt und vor Ort gereinigt wurde. In Siedlung B fehlen dagegen Vorratsfunde und es werden nur Körner gefunden. Die in Siedlung B vorhandene Gerste wurde vielleicht durch die Bewohner als fertig gereinigte Körner eingehandelt.

#### In wie viel % der Befunde oder Fundstellen einer Epoche kommt ein bestimmtes Taxon vor?

Hier lässt sich z. Bsp. – wie bei den handaufgelesenen Knochen beschrieben – die Bedeutung einer Nahrungspflanze oder einer Fischart in einer Epoche überregional bestimmen.

#### Ab welcher Anzahl Proben ist die Berechnung der Stetigkeit sinnvoll???

Sicher nicht bei unter 10.

Ausserdem ist es wichtig, archäologisch sinnvolle Gruppen miteinander zu vergleichen, also gleiche Befunde oder zeitgleiche Siedlungen.

Beim Vergleich von Siedlungen ist darauf zu achten, dass in einer Siedlung gleichartige Befunde und Vergesellschaftungen von Lebewesen analysiert wurden (vgl. unter 5.4.3.), und dass die Erhaltungsbedingungen übereinstimmen. Z.B. ist es unzulässig, einen Siedlungsplatz mit ausschliesslich verkohlten Vorratsfunden mit einem anderen Siedlungsplatz, wo keine Vorratsfunde zum Vorschein kamen, zu vergleichen. Ersterer widerspiegelt nur eine Momentaufnahme zum Zeitpunkt des Brandes.

### 8.2.2. Konzentration, Funddichte:

#### Wie viel Stücke pro Volumeneinheit (z.B. Liter) eines Resttyps<sup>25</sup> eines Taxons kommen in den Proben vor?

Erst durch Berechnung eines Dichtewertes (üblicherweise Anzahl pro Liter) werden Proben unterschiedlichen Volumens vergleichbar.

Mit Hilfe der Dichtewerte lassen sich z.B. Schwankungen in der Horizontalen, aber auch Vertikalen feststellen. Liegen gewisse Reste in einer hohen durchschnittlichen Dichte (und auch in hoher Stetigkeit) vor, so wird die Bedeutung der hohen Stetigkeit noch unterstrichen. **Achtung:** bei Pflanzen oder Fischschuppen ist die Funddichte sehr stark abhängig von

a) der Erhaltung und

b) der Schlämm-Methode: Wenn zu grob geschlämmt wird, verschwinden 90% der Reste oder sind so klein fragmentiert, dass sie laut Definition der Zählseinheiten (vgl. oben) nicht mehr gezählt werden. Vgl. dazu Hosch/Zibulski 2003.

#### C: Gruppen bilden:

Um Auskünfte über die **Nutzung** von Pflanzen und Tieren, **Tätigkeiten** des Menschen oder die **Umwelt** zu erhalten, muss man die Rohdaten gruppieren. Dabei gibt es prinzipiell verschiedene Vorgehensweisen:

### 8.2.3. Bildung von Gruppen aufgrund von aktualistischen Bezugsdaten, nach dem Motto "the present is the key to the past" (Aktualitätsprinzip) .

1a) Gruppierung nach **Nutzung** aufgrund von Vorgaben aus der Volkskunde oder direkten Quellen (Bsp.: Kulturpflanzen, genutzte Wildpflanzen usw.)

1b) Gruppierung nach **Tätigkeit** aufgrund volkscundlicher oder experimentell erhobener Daten (Bsp.: Getreidereinigung, Gerberei usw.)

1c) Gruppierung aufgrund rezenter geobotanisch-ökologischer Daten erlaubt Aussagen über die **Umwelt** (z.B. Ackerunkräuter, Wiesenpflanzen, Tiere des offenen Landes usw.); z.T. problematisch.

**C2.** Bildung von Gruppen aufgrund von **archäobotanischen Bezugsdaten** (Paläobiocoenosen als Vorgaben, z.B. Getreidevorrat mit Wildpflanzen = ehemalige Ackerunkräuter)

**3.** Bildung von Gruppen durch **explorative Statistik**, Interpretation erst hinterher, wiederum meist unter Einbezug von aktuellen Bezugsdaten.

<sup>25</sup> ZB bei Getreide: Korn, Hüllspelzenbasis, Spindelglied, Ährchen usw.

### **Differenzen der Tierknochenspektren zwischen handaufgelesenem und geschlammtem Material:**

Das geschlammte Material ergänzt grundsätzlich das handaufgelesene Material. So erweitert sich das Artenspektrum um nahezu 100% bei Mollusken, Amphibien und Reptilien, etwa 90% bei den Fischen und etwa 50% bei den Wildvögeln und

Wildsäugetieren. Grosse, von Hand aufgelesene Tierknochen und aus Schlämmresten stammende, kleine Tierknochen müssen demzufolge getrennt voneinander quantifiziert werden und danach müssen die Resultate miteinander verglichen und textlich gewertet werden.

## **9. LITERATUR**

### **9.1. Generelles**

- CAMPBELL, G., MOFFETT, L. und STRAKER, V. (Hrsg.) (2011) *Environmental Archaeology: A guide to the theory and practice of methods, from sampling and recovery to post-excavation* (second edition). Swindon.
- COLLECTIF (2016) *Les prélèvements des restes bioarchéologiques: manuel de terrain*. Namur: SPW.
- DJINDJIAN, F. (1991) *Méthodes pour l'archéologie*. Paris.
- HUBBARD, R.N.L.B. (1993) *A practical guide to field environmental archaeology*. Institute of Archaeology, University of London.
- REITZ, E.J. und SHACKLEY, M. (2012) *Environmental archaeology*. New York/Dordrecht/Heidelberg/London.
- SACHS, A.(1984): *Angewandte Statistik*. Berlin.
- SCHIFFER, M. B. (1991) *Formation Processes of the Archaeological Record*. Albuquerque (NM).
- WILKINSON, K. und STEVENS, C. (2003) *Environmental archaeology: approaches, techniques & applications*. Stroud.

### **9.2. Archäozoologie**

- ALBARELLA, U., RIZZETTO, M., RUSS, H., VICKERS, K., VINER-DANIELS, S. (2017) *Oxford handbook of zooarchaeology*. Oxford.
- ARMITAGE, A. (1982) A system for ageing and sexing the horn cores of cattle from British post-medieval sites. In: B.WILSON, C.GRIGSON & S.PAYNE (1982) *Ageing and sexing animal bones from archaeological sites*. Oxford
- BAKER, P. und WORLEY, F. (Hrsg.) (2014) *Animal bones and archaeology: Guidelines for best practice*. Swindon.
- BEHRENSMEYER, A. K. (1978) Taphonomic and ecologic information from bone weathering. *Palaeobiology* 4, 150-162.
- BONE, Q. & MARSHALLN.B. (1985) *Biologie der Fische*. Stuttgart.
- CASTEEL, R.W. (1976) *Fish Remains in Archaeology and Paleo-environmental Studies*. London.
- DAVIS, S.J.M. (1987) *The Archaeology of Animals*. London.
- DUNCKER, G.(1960) *Die Fische der Nordmark*. Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg N.F. Bd.III. Hamburg.
- HABERMEHL, K.-H. (1975) *Die Altersbestimmung bei Haus- und Labortieren*<sup>2</sup>.Berlin und Hamburg.
- HABERMEHL, K.-H. (1985) *Altersbestimmung bei Wild- und Pelztieren*<sup>2</sup>.Hamburg und Berlin.
- HARDER, W. (1964) *Anatomie der Fische*. Handbuch der Binnenfischerei Mitteleuropas Band IIA. Stuttgart.
- LEMPPENAU, U. (1964) *Geschlechts- und Gattungsunterschiede am Becken mitteleuropäischer Wiederkäuer*. Diss. München.
- MUUS, B.J. & DAHLSTRÖM, J. (1990) *Süßwasserfische Europas- Biologie, Fang, wirtschaftliche Bedeutung*. BLV Bestimmungsbuch. München.
- NELSON, J.S. (1984) *Fishes of the World*. New York.
- NICKEL, R., SCHUMMER, A. & SEIFERLE, E. (1984) *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere 1*. Berlin, Hamburg.
- NIETHAMMER, J. & KRAPP, F. (Hrsg.; 1986) *Handbuch der Säugetiere Europas*. Wiesbaden.
- PAYNE, S. (1975) Partial recovery and sample bias. In: A. T. CLASON (Hrsg.), *Archaeozoological studies*. Amsterdam,7-17.
- PEDROLI, J.-C., ZAUGG, B u. KIRCHHOFER, A. (1991) *Verbreitungsatlas der Fische und Rundmäuler der Schweiz*, Documenta Faunistica Helvetiae 11. Neuenburg.
- SCHMID, E.(1972) *Knochenatlas. Für Prähistoriker, Archäologen und Quartärgeologen*. Amsterdam-London-NewYork 1972
- VON DEN DRIESCH, A. (1976) *Das Vermessen von Tierknochen aus vor- und frühgeschichtlichen Siedlungen* (München 1976).
- WAHL, J. (1981) Beobachtungen zur Verbrennung menschlicher Leichname. *Archäologisches Korrespondenzblatt* 11, 271-279.
- WHEELER, A. & JONES, A.K.G. (1989) *Fishes*. Cambridge.

### 9.3. Archäobotanik

- ANTOLÍN, F., STEINER, B. L., VACH, W. & JACOMET, S. (2015) What is a litre of sediment? Testing volume measurement techniques for wet sediment and their implications in archaeobotanical analyses at the Late Neolithic lake-dwelling site of Parkhaus Opéra (Zürich, Switzerland). *Journal of Archaeological Science* 61: 36-44.
- BECKER, W.D. (2000) Archäobotanik: ein Leitfaden für Ausgrabende. 22 S. Köln.(Eigenverlag Labor für Archäobotanik des Institutes für Ur- und Frühgeschichte der Universität Köln).
- CAPPERS, R. T. J. & NEEF, R. (2012) Handbook of plant palaeoecology. Groningen.
- COLLECTIF (2016) Les prélèvements des restes bioarchéologiques: manuel de terrain. Namur.
- GREIG, J. (1989) Archaeobotany. Handbooks for Archaeologists No. 4. European Science Foundation, Strasbourg, 93.
- HASTORF, C.A. & POPPER, V.S. (eds.) (1988) Current paleoethnobotany. Analytical methods and cultural interpretations of archaeological plant remains. University of Chicago Press, Chicago and London.
- JACOMET, S. & KREUZ, A. (1999) Archäobotanik. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- KENWARD, H., ENGLEMAN, C., ROBERTSON, A & LARGE, F. (1985) Rapid scanning of urban archaeological deposits for insect remains. *Circaea* 3: 163-172.
- KENWARD, H.K., HALL, A.R. & JONES, A.K.G. (1980) A tested set of techniques for the extraction of plant and animal macrofossils from waterlogged archaeological deposits. *Science and Archaeology* 22: 3-15.
- LENNSTROM, H.A. & HASTORF, C.A. (1992) Testing old wives' tales in palaeoethnobotany: a comparison of bulk and scatter sampling schemes from Pancán, Peru. *Journal of Archaeological Science* 19: 205-229.
- PEARSALL, D.M. (1989) Palaeoethnobotany: a handbook of procedures. Academic Press, San Diego.
- STEINER, B.L., ANTOLIN, F. und JACOMET, S. (2015) Testing of the consistency of the sieving (wash-over) process of waterlogged sediments by multiple operators. *Journal of Archaeological Science: Reports* 2, 310-320.
- VAN DER VEEN, M. & FJELLER, N.R.J. (1982) Sampling seeds. *Journal of Archaeological Science* 9: 287-298.
- VAN DER VEEN, M. (1983) Seeds and "seed-machines". *Circaea* 1 (2): 61-62.
- VAN DER VEEN, M. (1985) Carbonised seeds, sample size and on-site sampling. In: FJELLER, N.R.J., GILBERTSON, D.D. & RALPH, N.G.A. (eds.): Palaeoenvironmental Investigations. BAR International Series 258: 165-174.
- VANDORPE, P. und JACOMET, S. (2007) Comparing different pre-treatment methods for strongly compacted organic sediments prior to wet-sieving: a case-study on Roman waterlogged deposits. *Environmental Archaeology* 12, 207-214.