

# VELDHANDLEIDING ARCHEOLOGIE

## Archeologie Leidraad 1

Samenstelling en redactie: A. Carmiggelt en P.J.W.M. Schulten

Uitgave: College voor de Archeologische Kwaliteit

Zoetermeer 2002

## Colofon

Uitgave: College voor de Archeologische Kwaliteit

Samenstelling en redactie: A. Carmiggelt en P.J.W.M. Schulten

Ontwerp omslag: 1 nacht ijs (Hans Blom), Amersfoort

ISSN: 1570-6206

## VOORWOORD

De Veldhandleiding Archeologie is het eerste deel van een reeks die door het College voor de Archeologische Kwaliteit zal worden uitgegeven. Het doel van de reeks Archeologie Leidraad is archeologen behulpzaam te zijn bij het bewaken en of verhogen van de kwaliteit van hun handelen op allerlei terrein. De publicaties zijn bedoeld als ondersteuning van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie, waarin de minimale kwaliteitseisen, normen en richtlijnen van het archeologisch werkproces zijn omschreven.

Deze eerste Leidraad is hiervan een goed voorbeeld. De samenstellers hebben er naar gestreefd een informatieve en praktische handleiding samen te stellen. Het heeft nadrukkelijk geen prescriptief karakter; er worden wel aanbevelingen gedaan en richtlijnen gegeven, maar geen zaken verplicht gesteld.

De Veldhandleiding Archeologie is in de eerste plaats bedoeld als praktische handleiding voor archeologen in het veld, die tijdens hun werkzaamheden worden geconfronteerd met uiteenlopende materiaalcategorieën en onderzoekstechnieken. Vaak is het niet duidelijk hoe de verschillende vondstgroepen het best verzameld, bemonsterd en bewaard kunnen worden en wat het belang ervan kan zijn. Daardoor komt het regelmatig voor dat specialisten te maken krijgen met onvolledig verzamelde vondstgroepen, met verontreinigde monsters of onjuist geconserveerde objecten. Het gevolg is dat daarom vaak geen optimaal onderzoeksrendement wordt verkregen. Om deze situatie te verbeteren is aan verschillende (materiaal)specialisten gevraagd een beknopte handleiding te schrijven over de aard, het belang en de verzamelwijze(n) van verschillende vondstgroepen.

Daarnaast kan de Veldhandleiding Archeologie ook nuttig zijn voor diegenen die een Programma van Eisen of een Plan van Aanpak moeten opstellen. Ook voor onderwijsdoeleinden kan deze publicatie worden benut.

Vrijwel alle bijdragen hebben een identieke structuur. De afzonderlijke hoofdstukken beginnen met een beknopte omschrijving van de aard en het voorkomen van de specifieke vondstgroep. Vervolgens wordt het onderzoek (mogelijkheden en technieken) kort toegelicht. Hierna komen verschillende aspecten van het 'veldwerk' aan de orde. De wijze van verzamelen, bemonsteren, reinigen en (tijdelijke) opslag worden daarbij behandeld. De bijdragen worden afgesloten met de vermelding van specifieke literatuur en websites en adressen van (Nederlandse) specialisten voor de betreffende materiaalcategorie.

De specialisten die aan de totstandkoming van de Veldhandleiding Archeologie hebben bijgedragen, zijn werkzaam bij archeologische bedrijven, overheden en universiteiten. Op verzoek van de samenstellers hebben ze hun afzonderlijke bijdragen eveneens voorgelegd aan hun collega's, die eveneens werkzaam zijn op het betreffende specialistische terrein. Op deze wijze kon een breed inhoudelijk draagvlak worden gecreëerd en zouden er zo min mogelijk aanbevelingen over het hoofd worden gezien.

De bijdragen zijn, in samenwerking met collega-specialisten, verzorgd door: B. Beerenhout (visresten), P. Bitter (ceramiek), S. Bloo (prehistorisch aardewerk), K. van der Borg (<sup>14</sup>C-datering), S.Y. Comis (textiel), J. van Dijk (dierlijke resten), C. van Driel-Murray (leer), K. Esser (dierlijke resten), E. Jansma (dendrochronologisch onderzoek), I. Joosten (slakken), E.A.K. en H. Kars (natuursteen), L. Kooistra (botanische macroresten, pollen en sporen), M.J. Kooistra (micromorfologie), J.F.P. Kottman (glas), W. Kuijper (schelpen), R. Lagas (chemisch onderzoek), H.J.M. Meijers (metaal), P. van Rijn (hout), J. Schelvis (mijten en insecten), L. Smits (menselijk skeletmateriaal) en L.B.M. Verhart (vuursteen).

De samenstelling en redactie was in handen van A. Carmiggelt en P.J.W.M. Schulten.

De publicatie is tot stand gekomen dankzij een financiële bijdrage van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen.

Het College is samenstellers en genoemde specialisten erkentelijk voor hun bereidwillige medewerking.

R.W. Brandt

Voorzitter van het College voor de Archeologische Kwaliteit

# INHOUDSOPGAVE

Voorwoord

## Organische materialen

### *Plantaardig materiaal*

1. Pollen en sporen.....	7
2. Macroresten.....	13
3. Onverkoold hout.....	19
4. Hout in verkolde of andere verharde vormen.....	25

### *Dierlijk materiaal*

5. Bot, gewei, ivoor en hoorn.....	31
6. Visresten.....	39
7. Schelpen.....	43
8. Mijten en insecten.....	49
9. Menselijk skeletmateriaal.....	55
10. Leer.....	61
11. Textiel.....	65

## Anorganische materialen

12. Metaal.....	71
13. Glas.....	79
14. Ceramiek uit Romeinse tijd, Middeleeuwen en Nieuwe tijd.....	85
15. Prehistorisch aardewerk.....	91
16. Natuursteen.....	95
17. Vuursteen.....	99
18. Slakken en verbrand of gesinterd materiaal.....	105

## Onderzoekstechnieken

19. Dendrochronologisch onderzoek.....	111
20. <sup>14</sup> C-datering.....	115
21. Chemisch onderzoek.....	119
22. Micromorfologisch onderzoek.....	125

# Archeologie

# Organische materialen

## Plantaardig materiaal

### 1. POLLEN EN SPOREN

#### Aard en voorkomen

Pollen (stuifmeelkorrels) en sporen zijn microscopisch kleine producten van planten, die tussen de 5 en 100µm groot zijn. Enkele stuifmeelkorrels, zoals die van maïs, zijn groter. Het materiaal wordt verzameld door het nemen van grondmonsters op plaatsen waar men dit materiaal verwacht aan te treffen.

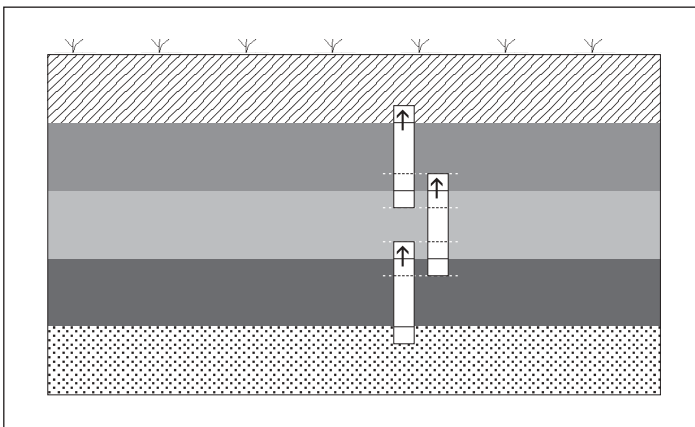
Tijdens de analysefase onderscheidt de specialist, naast pollen en sporen,

een groot aantal zeer uiteenlopende andere microfossielen, variërend van bodemschimmels tot eencellige endoparasieten. Deze microfossielen, inclusief pollen en sporen, worden *palynomorfen* genoemd.

Palynologie is de wetenschap die zich met deze deeltjes bezig houdt.

Naast de groep van microfossielen die meegenomen worden met het palynologisch onderzoek, zijn diatomeeën (kiezelwieren) in een aantal gevallen waardevol voor archeologisch onderzoek. Op basis van de kalkskeletjes kunnen de kiezelwieren gedetermineerd worden.

Pollen en sporen zijn ook tegenwoordig overal én in ruime mate aanwezig: in de lucht, in het water, op en in de grond. Pollen en sporen komen in archeologisch verband vooral in onverkoelde vorm voor. Het materiaal blijft bewaard onder zuurstofarme omstandigheden in permanent natte milieus. Daarnaast blijft pollen onder bijzondere omstandigheden bewaard, bijvoorbeeld in gemineraliseerde mest (coprolieten) en komen in met name



*Bemonstering ten behoeve van palynologisch onderzoek met profielbakken. In dit schema zijn de drie middelste lagen het doel van bemonstering. Zorg voor overlap met de laag eronder en erboven. Op de bakken staat (met watervaste stift) aangegeven de overlap van de profielbakken, de begrenzing van de lagen en een pijl die de bovenzijde aangeeft. Op de bakken dient ook de NAP-hoogten en het vondstnummer te worden vermeld.*

droge, zure bodems micromilieus voor waarin pollen geconserveerd blijft. Vertaald naar sedimenten blijven deze resten het best bewaard in veen, meerafzettingen (gyttja) en klei. In zandgrond blijft pollen alleen in bodems bewaard. In archeologische contexten komen pollen en sporen met name voor in allerlei grondsporen die tot onder het permanente niveau van het grondwater reiken, zoals sloten, waterputten, kuilen, humeuze ophogingspakketten en akkerlagen. Ook in bijvoorbeeld esdekken - gelegen boven de grondwaterspiegel - blijft deze materiaalcategorie bewaard.

## Onderzoek

### Landschap en milieu

Palynologisch onderzoek is bij uitstek toepasbaar voor het verkrijgen van informatie over landschap en milieu en de ontwikkelingen daarvan in de tijd. Het verdient aanbeveling om palynologisch onderzoek te combineren met fysisch geografisch en bodemkundig onderzoek, zodat een precieze inrichting van het landschap in bepaalde opeenvolgende perioden mogelijk is.

De monsterlocaties voor het onderzoek naar landschap en milieu liggen bij voorkeur buiten de nederzetting en daarmee vaak buiten de opgraving. Ongestoorde bodems en sedimenten zijn voorwaarde voor een goed resultaat.

### Landbouw

Een voorbeeld voor dit onderzoeksthema is palynologisch onderzoek aan esdekken. Met dit onderzoek verkrijgt men informatie over de verbouwde gewassen en de opgebrachte organische meststoffen. Esdekken lig-

gen over het algemeen ruim boven het grondwater. Toch zijn de bodemomstandigheden zodanig dat het pollen bewaard blijft.

Ook in eergetouwsporen kunnen pollen en sporen van de planten die ooit op de akker stonden, bewaard gebleven zijn. De conserveringscondities zijn hier echter minder gunstig en de kans dat het pollen bewaard is gebleven, is het grootst op plaatsen waar de akkers in een vochtig milieu lagen; bijvoorbeeld ploegsporen op veen die door zand zijn overstoven of ploegsporen op zand die met veen of klei zijn afgedekt.

Coprolieten en (gemineraliseerde) mest van bijvoorbeeld runderen, geiten, schapen bevatten veel pollen. Analyse van deze resten levert informatie over het voedsel van deze dieren en/of de weidegronden waar ze hebben gelopen.

### Voedsel- en gebruiksplanten

Het onderzoek aan botanische macroresten (zaden, vruchten, etc.) is bij uitstek geschikt om informatie te verkrijgen over voedsel- en gebruiksplanten. Palynologisch onderzoek kan aanvullende informatie leveren, met name over planten waarvan geen zaden of vruchten zijn gegeten, maar bijvoorbeeld bladeren. In toenemende mate wordt dit facet van het pollenonderzoek uitgevoerd als onderdeel van het archeobotanisch onderzoek. Aangezien het pollen alleen in onverkolde vorm bewaard blijft, komen met name de archeologische sporen in aanmerking die permanent in contact met het grondwater hebben gestaan, zoals vullingen van beerputten, waterputten en diepe kuilen.



## VELDWERK

### **Algemeen**

Het monsterprogramma is afhankelijk van de in het Programma van Eisen en het bestek geformuleerde doel- en vraagstellingen. Het verdient aanbeveling om bij de opzet ervan en bij het veldwerk specialisten te raadplegen, dan wel de bemonstering van uitzonderlijke fenomenen aan hen over te laten.

### **Bemonsteren**

#### **Natuurlijke pakketten ten behoeve van informatie over vegetatie en milieu**

Op basis van fysisch geografisch onderzoek en in overleg met de botanisch specialist wordt een geschikte locatie voor palynologisch onderzoek geselecteerd. Een dergelijke locatie ligt vaak buiten het opgravingsterrein, tenzij binnen een opgraving plaatsen zijn aan te wijzen met een ongestoorde sedimentatie of natuurlijke bodemopbouw.

Er zijn drie bemonsteringstechnieken:

- \* bemonstering via het opboren van grond,
- \* bemonstering met behulp van profielbakken uit een profiel,
- \* bemonstering met buisjes of plasticzakken (verdient geen voorkeur).

De voorkeur gaat uit naar bemonstering vanuit een profielwand, omdat de sedimentatie of bodemopbouw beter te beschrijven is aan de hand van een profiel dan aan de hand van booronderzoek. Indien het niet mogelijk is om een profiel te zetten, wordt het materiaal via boren bij voorkeur met een gutsboor of een Dachnowsky-boor verzameld. Het opboren van botanisch materiaal wordt door de botanisch specialist of fysisch geograaf uitgevoerd.

Het bemonsteren met profielbakken kan door ervaren leden van het veldteam of een botanisch specialist worden uitgevoerd. De profielbakken voldoen aan de volgende eisen:

- \* ze zijn gemaakt van stevig materiaal, zodat ze bij het slaan in het profiel niet vervormen,
- \* de maximale lengte per bak is 50 cm, de minimale breedte en diepte is 5 cm. Indien pollenonderzoek gecombineerd wordt met ander onderzoek, bijvoorbeeld aan macroresten of diatomeeën, is het aan te bevelen bakken te gebruiken die 10 cm breed en diep zijn.
- \* in de bodem van de profielbak zitten op regelmatige afstand gaten, zodat tijdens het slaan van de bakken de lucht wegkan,
- \* de bakken zijn schoon.

De bemonstering is als volgt:

- \* Zet een profiel op de geschikte locatie voor palynologisch onderzoek.
- \* Teken en fotografeer het profiel.
- \* Schaaf het profiel vlak vóór de monstername schoon met een schone (!) spade en met horizontale bewegingen, om te voorkomen dat het materiaal van verschillende lagen met elkaar vermengd raakt.
- \* Sla profielbakken op de uitgekozen locatie volgens de volgende procedure:
  - sla de bakken verticaal in het profiel, bij voorkeur beginnende bij de onderste bak;

- de onderste bak wordt geslagen met overgang naar de onderliggende laag of pakket;
  - de volgende bak wordt vlak naast de onderste bak geslagen met een overlap van enkele centimeters enzovoort. De bovenste bak bevat de overgang van het te bemonsteren pakket naar de erboven liggende laag;
  - als de bakken in het profiel zitten wordt de rugzijde met een watervaste stift beschreven, waarbij met een pijl de bovenzijde van de bak wordt aangegeven. Ook wordt de overlap met de volgende bakken aangegeven. Indien meer dan één bak in het profiel is geslagen, worden de bakken genummerd. Geef tevens de onderscheiden lagen op de rugzijde van de bak aan;
  - de bakken worden op schaal op de profieltekening ingetekend, waarbij van elke bak de NAP-waarden van de top en de basis worden vastgelegd. De bakken krijgen een vondstnummer, dat ook op de tekening wordt gezet. De bakken op één monsterpunt kunnen ieder een eigen vondstnummer krijgen of tezamen één vondstnummer. In het laatste geval is het essentieel dat op tekening de volgnummers van de bakken genoteerd staan, zodat altijd is te achterhalen op welke plaats uit het profiel de bak afkomstig is.
- \* De bakken worden voorzichtig uit het profiel gesneden met behulp van een troffel, een lang, stevig mes of een schone schep. Begin bij voorkeur bij de onderste bak. Houd de bak tegen het profiel gedrukt bij het lossnijden. Zorg ervoor dat elke bak met een "kop" erop uit het profiel komt. De specialist kan dan later in het laboratorium door het afsnijden van de kop op een eenvoudige manier een vers profiel blootleggen.
- \* Verpak de bakken direct na het verwijderen, om verontreiniging met recent pollen (uit de lucht) te voorkomen. De verpakkingwijze is:
- wikkel plasticfolie om de bak heen;
  - leg een vondstkaartje (dat in een schoon plastic zakje zit) op de in het folie gewikkelde bak en verpak de bak in een plastic zak (bij voorkeur een zwarte zak), die met tape wordt dichtgeplakt. Indien een zwarte zak gebruikt wordt, nog een tweede vondstkaartje op de buitenzijde van de zak plakken.

### **Esdekken en ploegsporen**

Bemonstering van esdekken en ploegsporen geschied in overleg met een fysisch geograaf/bodemkundige en botanisch specialist. Op basis van dat overleg worden profielen gezet op de meest geschikte locaties voor dit onderzoek. De werkwijze is verder gelijk aan die van het slaan van profielbakken in natuurlijke pakketten. Ook hier is het van belang dat de overgangen naar de laag onder het esdek of de ploegsporen en naar de laag erboven (meestal de bouwvoor) in de profielbakken vertegenwoordigd zijn. Indien profielbakken te groot zijn, voldoet bemonstering met plastic buisjes, bijvoorbeeld plastic fotokokertjes, ook goed.

### **Gemeneraliseerde mest en coprolieten**

Verzamelen als vondst. Vaak echter bevinden deze resten zich in grondmonsters die ten behoeve van het archeobotanisch of archeozoologisch onderzoek zijn genomen. De betreffende specialisten zullen op de potentiële palynologische informatie

van deze resten bedacht moeten zijn en deze doorgeven aan de projectleider van het archeologisch onderzoek.

### **Archeologische sporen ten behoeve van informatie over voedsel- en gebruiksplanten**

De vulling van archeologische sporen, zoals waterputten, beerputten, kuilen, ophogingslagen e.d. is over het algemeen antropogeen van aard. Palynologisch onderzoek concentreert zich dan ook op aanwijzingen voor voedsel- en gebruiksplanten (en de aanwezigheid van microscopisch kleine endoparasieten) die niet uit andere botanische bronnen verkregen kunnen worden. Indien de vulling wel een natuurlijke opbouw heeft, verdient het aanbeveling om profielbakken te slaan. Indien de gelaagdheid duidelijk antropogeen is, kan volstaan worden met het nemen van één monster per laag of pakket. Gebruik voor het bemonsteren bij voorkeur plastic buisjes, bijvoorbeeld plastic kokertjes van filmrolletjes, die in het profiel gedrukt worden. Uiteraard geldt ook hier dat elk monster genummerd wordt en op de profieltekening van het spoor worden aangegeven.

Bij twijfel over de aard van de gelaagdheid geen plastic buisjes gebruiken, maar altijd een profielbak slaan. De specialist neemt vervolgens (in overleg met de projectleider van het archeologisch onderzoek) in het laboratorium gericht submonsters.

### **Opslag**

De opslag, zowel tijdelijk als permanent, is koel en donker. Datzelfde geldt voor tijdelijke opslag van monsters. Niet goed geïsoleerde (en af te sluiten) veldketen en metalen zeecontainers voldoen niet aan de hier gestelde eisen.

### **Overdracht aan specialist**

Het uitwerken van palynologisch materiaal geschiedt door de botanisch specialist, maar in nauw overleg met de projectleider van het archeologisch onderzoek.

De projectleider draagt zorg voor aanlevering van relevante documentatie, zoals doel- en vraagstellingen, veldtekeningen, locatie van het bemonsterde materiaal ten opzichte van de vindplaats, enzovoort. De specialist rapporteert regelmatig de voortgang van de uitwerking en overlegt met de

projectleider van het archeologisch onderzoek, onder andere over de te analyseren submonsters, het nemen van monsters voor <sup>14</sup>C-dateringen, enzovoort.

De specialist én de projectleider dienen beide op de mogelijkheden van diatomeeënonderzoek bedacht te zijn. Indien men tot dit diatomeeënonderzoek besluit, moet rekening worden gehouden met een aangepaste werkwijze van de monsters in het laboratorium en het inschakelen van een diatomeeën-specialist.

## Literatuur

Haaster, H. van: 1997: *De ecologie van de Middeleeuwse Stad. Deel 2: Bemonsteringsmethodiek en overzicht van grondsporen met ecologische informatie* (BIAXiaal 58).

Museum of London 1994: *Archaeological site manual*. (third edition). London.

## Adressen

ARC BV  
Postbus 41018, 9701 CA Groningen  
tel.: 050-3687100  
fax: 050-3687199  
e-mail: info@arcbv.nl

BIAX Consult  
Hogendijk 134, 1506 AL Zaandam  
tel.: 075-6161010  
fax: 075-6149940  
e-mail: [biax@biax.nl](mailto:biax@biax.nl)  
website: [www.xs4all.nl~biax](http://www.xs4all.nl/~biax)

Brinkkemper Archeologisch Bureau  
Walgtsse straat 37, 4064 CK Varik  
tel.: 0344-651895

NITG/TNO  
T.a.v. F.P.M. Bunnik  
Postbus 80015, 3508 TA Utrecht  
tel.: 030-2564702  
e-mail: [f.bunnik@nitg.tno.nl](mailto:f.bunnik@nitg.tno.nl)

Universiteit van Amsterdam  
AAC  
T.a.v. J.P. Pals  
Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ  
Amsterdam  
tel.: 020-5255811  
e-mail: [j.p.pals@frw.uva.nl](mailto:j.p.pals@frw.uva.nl)

Universiteit Groningen  
Groninger Instituut voor Archeologie  
(GIA)  
T.a.v. S. Bottema  
Poststraat 6, 9712 ER Groningen  
tel.: 050-3636741

Universiteit Leiden  
Archeologisch Centrum  
T.a.v. C.C. Bakels,  
Postbus 9515, 2300 RA Leiden  
tel.: 071-5272382  
e-mail: [c.c.bakels@arch.leidenuniv.nl](mailto:c.c.bakels@arch.leidenuniv.nl)

## 2. BOTANISCHE MACRORESTEN

### Aard en voorkomen

Onder botanische macroresten worden verstaan:

- \* diverse onderdelen van planten, zoals zaden, vruchten, stengels, dorsresten, wortels, knollen;
- \* uit planten samengestelde resten, zoals etensresten (brood, pap), aankoeksels in potten;
- \* imprints in met name aardewerk en huttenleem.

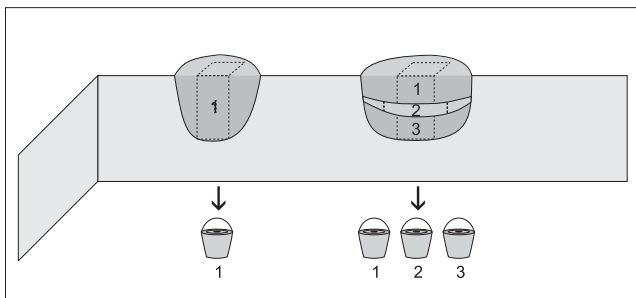
Het gaat hier doorgaans om kleine resten (0,25 - 5 mm), die nauwelijks met het blote oog zichtbaar zijn. Niet alleen de grootte van de resten, maar ook het feit dat deze door grond

omgeven zijn, maakt dat ze tijdens het veldwerk meestal niet worden gezien. Alleen een concentratie van botanisch materiaal of resten groter dan 5 mm, bijvoorbeeld kersenspitten of schaaldelen van hazelnoten, zijn in het veld herkenbaar.

Omdat deze botanische macroresten over het algemeen zo klein zijn, is het gebruikelijk om grondmonsters te nemen.

In grondmonsters kan een breed scala aan plantenresten voorkomen. Zaden, vruchten en houtskool zijn de meest voorkomende plantenresten. De mogelijkheden voor houtskoolonderzoek worden elders besproken.

Naast de al genoemde zaden en vruchten komen in de grondmonsters ook regelmatig plantenresten voor, die op het eerste gezicht niet te identificeren zijn. Het kan daarbij gaan om plantenvezels, (verkoold) etensresten of resten van wortels en knollen. Met behulp van een microscoop (soms is daarvoor een elektronenmicroscoop nodig) zijn deze resten meestal op naam te brengen. Ook in aangekoekte lagen in potten of kuipen kunnen herkenbare plantenresten aanwezig zijn, die zicht kunnen geven op de herkomst van het aankoeksel (voedsel of één of ander ambachtelijk proces).



*Bemonstering ten behoeve van botanische macroresten. Neem een representatief monster uit de vulling en voorkom contaminatie met andere lagen of pakketten.*

In met name aardewerk en huttenleem kunnen goed herkenbare indrukken van plantenresten voorkomen. De plantenresten zelf zijn vaak verdwenen. De indrukken bevatten over het algemeen voldoende kenmerken voor determinatie. Voor dit onderdeel is overleg tussen de aardewerkspecialist en de botanisch specialist aan te bevelen.

Botanische macroresten komen voor in verkoalde, onverkoalde of gemineraliseerde vorm. In archeologische context kunnen plantenresten alleen onder invloed van vuur verkoald zijn. In verkoalde vorm kan het materiaal in alle typen archeologische sporen bewaard blijven. Verkoalde resten zijn echter kwetsbaar. De temperatuur waaronder de resten verkoalden als ook allerlei (post)depositionele processen beïnvloeden de kwaliteit van het verkoalde materiaal. In onverkoalde vorm blijven resten met name onder extreem droge of onder zuurstofarme, natte omstandigheden bewaard. In archeologische context (in Nederland) hebben we vrijwel uitsluitend te maken met de tweede situatie. Dat betekent dat in archeologische sporen die permanent onder invloed van het grondwater hebben gestaan onverkoalde plantenresten kunnen voorkomen, bijvoorbeeld in waterputten, beerputten, kuilen, ophogingslagen. De kwaliteit van het onverkoalde materiaal is goed wanneer de sporen waarin ze terecht kwamen vanaf het begin van de depositie nat zijn geweest. Een slechtere conservering heeft altijd te maken met verdroging van de grond waarin de resten zich bevonden. Plantenresten mineraliseren wanneer

ze met fosfaten in aanraking komen. Door het mineralisatieproces blijven plantenresten ook in droge milieus bewaard. De kwaliteit van gemineraliseerde resten is over het algemeen matig tot slecht. In het archeobotanisch onderzoek spelen deze resten, op een enkele uitzondering na, een ondergeschikte rol. Een enkele keer blijven plantenresten bewaard in de nabijheid van metaal.

### Onderzoek

Onderzoek aan botanische macroresten levert waardevolle bijdragen over:

- \* voedsel- en gebruiksplanten
- \* landbouw (akkerbouw en veeteelt)
- \* landschap en milieu
- \* handel en nijverheid

Daarnaast zijn met name zaden en vruchten bij uitstek geschikt voor <sup>14</sup>C-onderzoek, omdat - in tegenstelling tot hout - dit materiaal in zeer korte tijd meestal binnen één jaar gevormd is.

## VELDWERK

### **Algemeen**

Het veldwerk wordt uitgevoerd op basis van een Programma van Eisen (PvE) en een Bestek. Daarin staan de voorwaarden voor onderzoek. Het monsterprogramma is afhankelijk van de in deze documenten geformuleerde doel- en vraagstellingen. Het verdient aanbeveling om bij de opzet ervan en bij het veldwerk specialisten te raadplegen, dan wel de bemonstering van uitzonderlijke fenomenen aan hen over te laten.

### **Bemonsteren; plan**

De wijze van bemonsteren is voor de onderzoeksthema's min of meer gelijk. Het bemonsteringsplan kan echter per vindplaats verschillen en is afhankelijk van de doel- en vraagstellingen van het onderzoek, zoals die in Programma van Eisen en Bestek staan verwoord. Desalniettemin gelden enkele algemene regels:

- \* Het is van cruciaal belang dat monsters worden genomen van verschillende typen grondsporen en verspreid over het nederzettingsterrein (kuilen, haardplaatsen, waterputten, sloten, enzovoort). Agrarische activiteiten of het bereiden van voedsel kunnen zich bijvoorbeeld concentreren in bepaalde delen van de nederzetting.
- \* Het nemen van een grondmonster heeft met name zin als het betreffende grondspoor scherp gedateerd kan worden. Botanisch materiaal uit een grondspoor met een dateringsrange van bijvoorbeeld 500 voor Chr. tot 500 na Chr. is vaak niet te interpreteren, omdat aan de individuele plantenresten niet te zien is hoe oud ze zijn. Uitzonderingen vormen concentraties van botanisch materiaal die een duidelijk samenhangend geheel vormen (bijvoorbeeld een pakket dorsafval). In deze gevallen is het aan te bevelen toch te bemonsteren en de plantenresten via de <sup>14</sup>C-methode te laten dateren.
- \* Omdat tijdens het veldwerk de grondsporen lang niet altijd goed zijn te dateren, verdient het aanbeveling om een overmaat aan grondmonsters te verzamelen en in een later stadium een selectie te maken van de te onderzoeken monsters.
- \* Bijzonder materiaal dient altijd verzameld te worden.

### **Bemonsteren; uitvoering**

Grondmonsters worden bij voorkeur uit een coupe van een spoor genomen. Indien in een spoor verschillende vullingen of pakketten zijn te onderscheiden, wordt een selectie gemaakt. Vervolgens wordt per geselecteerde vulling of pakket een monster genomen. Bij het nemen van de monsters worden de volgende handelingen verricht:

- \* coupe wordt getekend (eventueel gefotografeerd).
- \* er wordt bemonsterd met een schone (!) troffel of schep.
- \* de grond wordt per onderscheiden vulling of pakket verzameld.
- \* de bemonstering geschiedt bij voorkeur van onder naar boven.
- \* bij het grondmonster wordt een vondstkaartje met gegevens gedaan.
- \* de monsterlocatie wordt op tekening aangegeven.

## **Verpakkingsmateriaal**

Als verpakkingsmateriaal zijn schone plastic emmers die luchtdicht kunnen worden afgesloten ideaal. Emmers zijn duurder dan plastic zakken, maar zijn makkelijker te vervoeren, te stapelen en de opslag is overzichtelijker. Bovendien kunnen emmers (indien schoongemaakt) worden hergebruikt. Doe bij emmers een vondstkaartje (verpakt in een plastic zakje) in de emmer en klem er één tussen de deksel, zodat het opschrift leesbaar is.

Indien geen emmers voorradig zijn, kunnen monsters verpakt worden in stevige plasticzakken die luchtdicht afgesloten worden. Daarbij verdient het de voorkeur de monsters in dubbele plastic zakken te verpakken en het vondstkaartje (in een schoon plastic zakje) tussen de binnen- en buitenzak aan te brengen.

## **Monstergrootte**

De monstergrootte is afhankelijk van de omvang van een spoor of de specifieke te bemonsteren pakketten of lagen. Wanneer de te bemonsteren eenheid in een spoor een zekere omvang heeft én men tijdens het bemonsteren geen grote plantenresten ziet, zal minimaal vijf liter grond worden verzameld. Indien besloten is om de monsters te floteren (de voorwaarden voor floteren staan in de volgende paragraaf), is minimaal 10 liter grond nodig. Indien tijdens het veldwerk in een spoor, bijvoorbeeld een beerput of een (middeleeuwse) waterput, veel grote plantenresten worden aangetroffen, wordt een grondmonster van ten minste 50 liter genomen. Een groot volume is in deze gevallen nodig om zicht te krijgen op de over het algemeen zeldzaam voorkomende grote resten, zoals bijvoorbeeld van amandel en olijf.

## **Grondmonsters verwerken: zeven of floteren**

In overleg met de specialist wordt een plan gemaakt voor het verwerken van de monsters.

### **Zeven**

Monsters tot tien liter worden gezeefd. Daarbij wordt per monster:

- \* ten minste een halve liter grond gezeefd op een zeefset, waarvan de fijnste zeef een maaswijdte van 0,25 mm heeft en
- \* de rest gezeefd op een zeefset waarvan de fijnste zeef een maaswijdte van 0,5 mm heeft.

Van monsters van 50 liter, waarin grote plantenresten voorkomen, wordt

- \* ten minste een halve liter grond gezeefd op een zeefset, waarvan de fijnste zeef een maaswijdte van 0,25 mm heeft en
- \* ten minste vier en een halve liter gezeefd op een zeefset waarvan de fijnste zeef een maaswijdte van 0,5 mm heeft.
- \* de rest op een set zeven waarvan de fijnste zeef een maaswijdte van 2 mm heeft.

### **Floteren**

Bij floteren worden deeltjes gescheiden op basis van een verschil in soortelijk



gewicht. Verkoolde plantenresten gaan in water drijven, terwijl anorganisch materiaal in water zinkt. Het belangrijke bezwaar van deze methode is dat om uiteenlopende redenen een deel van het verkoold materiaal niet gaat drijven, met name wanneer sediment aan het verkoold materiaal blijft kleven. Zand hecht zich over het algemeen niet aan verkoold materiaal.

Wegens het genoemde bezwaar mogen monsters alleen geflooteerd worden wanneer:

- \* grondmonsters groter dan tien liter zijn;
- \* alleen verkoold plantenresten zijn te verwachten én
- \* het verkoold plantenresten in zandgrond betreft.

Bij floteren geldt dat het flotaat op een set zeven wordt opgevangen waarvan de fijnste zeef 0,25 mm is. Van elk monster wordt ten minste vijf liter van het residu gezeefd op een zeef met een maaswijdte van 0,5 mm.

## **Opslag**

### **Per monster**

De opslag van het botanisch materiaal na het zeven is afhankelijk van de staat van het materiaal.

- \* Bij aanwezigheid van onverkoold materiaal én wanneer de botanisch specialist onverkoold materiaal verwacht aan te treffen, worden de residu's opgeslagen in luchtdicht af te sluiten potten met water.
- \* Wanneer de staat van het materiaal (verkoold of onverkoold) niet zeker is, wordt een residu altijd in luchtdicht af te sluiten potten met water opgeslagen.
- \* Wanneer de botanisch specialist uitsluitend verkoold materiaal verwacht, kunnen zeefresidu's op papier (bijvoorbeeld kranten) uit de wind worden gedroogd (in de schaduw, nooit in de volle zon!) en daarna in een goed af te sluiten plastic zak (minigrip) of pot worden opgeslagen.
- \* Bij floteren wordt het flotaat en het zeefresidu op papier (bijvoorbeeld kranten) gedroogd en in aparte goed af te sluiten plastic zakken (minigrip) of potten opgeslagen.

Voorwaarden voor droogruimtes zijn:

- \* de temperatuur is maximaal 40 graden Celsius,
- \* sterke temperatuursfluctuaties komen er niet voor (verkoold materiaal springt dan kapot),
- \* er is geen tocht/wind (verkoold materiaal is licht en waait weg als het droog is)

### **Voor monsters en residu's**

De opslagruimte van de nog niet verwerkte monsters én van de gezeefde of geflooteerde monsters dient koel en donker te zijn. Datzelfde geldt voor tijdelijke opslag van monsters. Niet goed geïsoleerde (en af te sluiten) veldketen en metalen zeecontainers voldoen niet aan de hier gestelde eisen.

## Overdracht aan specialist

Het uitwerken van botanisch materiaal geschiedt door de botanisch specialist, maar in nauw overleg met de projectleider van het archeologisch onderzoek. De projectleider draagt zorg voor de aanlevering van relevante documentatie, zoals doel- en vraagstellingen, veldtekeningen, locatie van het bemonsterde materiaal, enzo-

voort. De projectleider onderhoudt het contact met de botanisch en aarde-werkspecialist over het determineren van imprints in aardewerk, huttenleem enzovoort.

De specialist rapporteert regelmatig de voortgang aan de projectleider en adviseert, over de te analyseren monsters en het nemen van monsters voor 14C-dateringen, enzovoort.

## Literatuur

Haaster, H. van: 1997: *De ecologie van de Middeleeuwse stad. Deel 2: Bemonsteringsmethodiek en overzicht van grondsporen met ecologische informatie.* (BIAXiaal 58).

Museum of London 1994: *Archaeological site manual* (Third edition). Londen.

## Adressen

ARC BV  
Postbus 41018, 9701 CA Groningen  
tel.: 050-3687100  
fax: 050- 3687199  
e-mail: info@arcbv.nl

BIAX Consult  
Hogendijk 134, 1506 AL Zaandam  
tel.: 075-6161010  
fax: 075-6149940  
e-mail: [biax@biax.nl](mailto:biax@biax.nl)  
website: [www.xs4all.nl~biax](http://www.xs4all.nl~biax)

Brinkkemper Archeologisch Bureau  
Walgtsse straat 37, 4064 CK Varik  
tel.: 0344-651895

ROB  
Afd. Archeobotanie  
Kerkstraat 1, 3811 CV Amersfoort  
tel.: 033-4227777

Universiteit van Amsterdam  
AAC  
T.a.v. J.P. Pals  
Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ  
Amsterdam  
tel.: 020-5255811  
e-mail: [j.p.pals@frw.uva.nl](mailto:j.p.pals@frw.uva.nl)

Rijksuniversiteit Groningen  
Groninger Instituut voor Archeologie  
(GIA)  
T.a.v. R. Cappers  
Poststraat 6, 9712 ER Groningen  
tel.: 050-3636744

Rijksuniversiteit Leiden  
Archeologisch Centrum  
T.a.v. C.C. Bakels  
Postbus 9515, 2300 RA Leiden  
tel.: 071-5272393  
e-mail: [c.c.bakels@arch.leidenuniv.nl](mailto:c.c.bakels@arch.leidenuniv.nl)

### 3. ONVERKOOLD HOUT

#### Aard en voorkomen

In principe kan in Noordwest-Europa in alle zuurstofarme en natte milieus onder het grondwater niveau hout in onverkoelde vorm gevonden worden, als (on)bewerkt materiaal uit antropogene lagen, of als stammen, wortelstelsels en takjes uit natuurlijke lagen. Onder goede omstandigheden bewaard ziet het hout er onmiddellijk na het blootleggen stevig en solide uit, echter, zodra het aan lucht, zon en wind wordt blootgesteld, gaat de kwaliteit binnen een aantal uren zinderogen achteruit. Vooral zuurstof, warmte en licht bevorderen de groei van maden, schimmels en bacteriën. Het hout krimpt, scheurt en begint vanaf het eerste moment te desintegreren. In de praktijk is hout één van de meest kwetsbare materiaalgroepen op een opgraving. Daarbij komt dat het bij deze materiaalgroep vaak gaat om grote structuren en een groot volume waarvan het tekenen en verwerken veel tijd kost. Bij een opgraving waar veel hout te verwachten is, moet ruim tijd voor houtspecialistisch onderzoek worden ingepland.

#### Onderzoek

Hout was in het verleden één van de meest gebruikte grondstoffen en werd gebruikt als bouw materiaal voor huizen, wegen, bruggen en beschoeiingen, maar ook voor allerlei verschillende soorten objecten, van duikers tot kleine huishoudelijke voorwerpen. Gezien het gebruik van hout

voor de meest uiteenlopende doeleinden en de uiteenlopende vormen, geeft deze vondstgroep inzicht in:

- de materiële cultuur;
- socio-economische aspecten als bijvoorbeeld handel, seizoensarbeid en organisatiegraad van een gemeenschap;
- de ontwikkeling van technologisch kunnen aan de hand van bewerkings technieken;
- de natuurlijke houtvegetatie in het verleden;
- het gebruik van deze natuurlijke hulpbron door de mens, bijvoorbeeld door middel van beheer van lokale bosopstanden.

Daarnaast is een heel belangrijk aspect de mogelijkheid tot dateren door middel van:

- dendrochronologisch onderzoek;
- <sup>14</sup>C-datering;
- gebruikte bewerkings technieken die in sommige gevallen een zeer globale datering kunnen aangeven.

Als men bij een vindplaats er van uitgaat dat er veel hout gevonden zal worden in verschillende structuren, moet bij het opstellen van het Programma van Eisen en/of voorafgaande aan het onderzoek een houtspecialist geraadpleegd worden om er zeker van te zijn dat optimale informatie verkregen wordt en onderzoeksvragen geformuleerd worden die passen binnen, of een aanvulling vormen op, de algemene vraagstellingen van

de te onderzoeken vindplaats. Soms wordt pas tijdens de opgraving het werkelijke potentieel van het houton-

derzoek voor de specifieke vindplaats duidelijk.

## VELDWERK

### **Behandeling van de houtvondsten in het veld**

Vuistregels zijn:

- De tijd tussen opgraven, lichten, verwerken (dwz registreren, determineren, fotograferen, tekenen) en eventueel conserveren zo kort mogelijk houden.
- Als onmiddellijk lichten of bemonsteren van het hout niet mogelijk is, maatregelen nemen om de vondsten in het veld tegen zon, wind, vorst en uitdroging te beschermen, door voortdurend nat houden en afdekking, met plastic, dicht op het hout liggend. Dergelijke maatregelen vertragen echter slechts het desintegratieproces, maar voorkomen het niet. Hout lijkt vochtig te blijven aan de buitenzijde, maar droogt van binnen naar buiten uit. Door het inklappen van de cellwanden is het proces niet omkeerbaar.
- Indien enigszins mogelijk het hout pas helemaal vrijleggen vlak voor het lichten
- Voor het blootleggen van voorwerpen en fijn vlechtwerk werken met houten of plastic spatels of met de vingers, niet werken met scherpe spades of troffels, soms werkt het gebruik van een lage-druk spuit met water goed.

### **Registratie in situ**

Registratie bestaat uit:

- het uitdelen van vondstnummers;
- het op de veldtekening zetten van de vondstnummers op de locatie van de vondst;
- het beschrijven van structuren en specifieke sporen in de sporenbeschrijving;
- tekenen;
- fotograferen.

### **Vondstnummer**

- In principe krijgen alle palen en onderdelen binnen één structuur of één spoor een eigen vondst- of houtnummer. Het verdient aanbeveling voor het hout een eigen serie nummers te reserveren, met een eigen houtvondsten-monsterlijst.
- De vondstkaartjes zijn van watervast materiaal en moeten met watervast pen of potlood beschreven worden. Het is aan te raden ze ook nog in een apart mini-grip zakje te verpakken
- Als het hout wel een nummer heeft gekregen, maar nog niet gelicht kan worden, moeten de vondstkaartjes stevig op het stuk hout vastgemaakt worden. Bij groot hout kan dit door middel van een spijker die door het kaartje in het hout geslagen wordt. Van satéprikkers als 'vondstkaartenvasthouders' waaien de kaartjes af.
- Bij verpakking de vondstkaartjes zo bevestigen dat de vondstnummers duidelijk zichtbaar blijven aan de buitenkant.

### **Beschrijving van structuren in de sporenformulieren**

- Beschrijving van de verticale/ horizontale/ schuine positie van de verschillende onderdelen van de structuur.
- Opmeten van de NAP waarden van onder- en bovenkant.
- Registratie van de mate van conservering per structuur of spoor.

### **Tekenen**

- *Hout op vlaktekeningen in schaal 1:50, tenzij het gaat om samengestelde structuren van dicht op elkaar liggend en staand hout. Deze 1:20 tekenen, zowel in het horizontale als verticale vlak.*
- *Details van houtverbindingen tussen verschillende elementen van de structuur en doorsneden door de structuur 1:10 tekenen.*
- *Eventuele stratigrafische verbanden met andere sporen tekenen.*

### **Fotograferen**

- *Alle structuren zo fotograferen dat het duidelijk is hoe ze driedimensionaal in het veld liggen.*
- *Foto's nemen van in het veld zichtbare details zoals verbindingselementen.*

### **Behandeling van de verschillende soorten houtvondsten**

#### **Palen en constructie-onderdelen**

- *Alles per onderdeel lichten.*
- *Nat verpakken in plastic zakken of met strak eromheen gewonden plastic folie, als er snel door de houtspecialist naar gekeken kan worden, anders insealen met veel water.*

*Verpakken en transport naar de opslag is niet altijd nodig bij aanwezigheid van een houtspecialist in het veld. Dan kan veel van het materiaal in het veld bekeken en bemonsterd worden. In overleg met de houtspecialist kunnen, na uitleg en afspraken, bepaalde werkzaamheden ook door een lid van het opgravende team gedaan worden.*

#### **Vlechtwerkwallen**

- *Elke verticale staak krijgt zijn eigen vondstnummer en wordt in zijn geheel bemonsterd.*
- *De horizontale takken worden bemonsterd als verzamelmonster tussen twee verticale staken in.*
- *Elk verzamelmonster krijgt een eigen vondstnummer, waarbij aangegeven staat tussen welke twee verticale staken het segment genomen is.*
- *Let bij eindstukken van vlechtwerkwallen op de uiteinden van het vlechtwerk en hun afwerking. Maak detailfoto's hiervan.*

#### **Boten**

*Bij de vondst van hele boten en grote scheepsonderdelen alles afdekken, nat houden en het Nederlands Instituut voor Scheeps- en onderwaterArcheologie (NISA) inschakelen voor advies over registratie, lichten en conserveren (zie 'Adressen').*

## **Voorwerpen**

- Voorwerpen zo snel mogelijk lichten.
- In afwachting van vondstregistratie in het veld voor een korte tijd ter plekke onder natte lappen, afgedekt met plastic, bewaren.

Na opgraven de volgende regels aanhouden:

- Voorwerpen niet wassen, alleen ontdoen van al te grote klompen zand en klei.
- Kleine objecten ongewassen verpakken in een niet te ruim, goed af te sluiten plastic bakje met voldoende water. Zorg ervoor dat de objecten niet stuk kunnen klotsen!
- Grote objecten ongewassen en goed vochtig insealen of nat in plastic huishoudfolie verpakken die zo strak mogelijk om het voorwerp gevouwen wordt. Om het breken van voorwerpen te voorkomen kan het nodig zijn een versteviging aan te brengen, bijvoorbeeld in de vorm van een plank onder een lang voorwerp. De versteviging liefst aan de buitenkant van de verpakking in verband met het gevaar voor uitdroging.
- Objecten van vlechtwerk, zoals manden en fuiken, als een totaalpakket lichten door een metalen plaat onder het object te schuiven. Tegen uitdroging beschermen door er drijfnatte lappen overheen te leggen en deze goed af te dekken met plastic. Lappen regelmatig drijfnat maken. Pas schoonmaken en uitprepareren direct voor tekenen en fotograferen (en eventueel conserveren). Het is echter het beste om zo snel mogelijk (binnen een dag) een deskundige op het gebied van lichten en conserveren erbij te halen om het materiaal te stabiliseren totdat financiering voor de conservering geregeld is.

## **Bemonsteren**

In veel gevallen kunnen dezelfde monsters voor verschillende analyses gebruikt worden.

Bepaling van de houtsoort kan bijvoorbeeld ook gebeuren aan monsters voor jaarringenonderzoek.

## **Voor determinatie**

- Voorwerpen worden in hun geheel aan de houtspecialist gegeven.
- Van constructiehout kan een klein stukje van 3x3x3 cm worden afgehaald, in goede conserveringsstaat en met regelmatige houtcelstructuur.
- Monsters moeten vochtig en in minigrip zakjes worden opgeborgen.
- Uit sporen met vele stukjes hout zoals in vloeren, greppels en kuilen - meestal betreft het takken/twijgen en spaanders - kunnen verzamelmonsters genomen worden van 5 tot 10 liter. Bij zulke grote sporen op meerdere plaatsen monsters nemen.

Voor jaarringenonderzoek (zie hoofdstuk 19: dendrochronologisch onderzoek)

## **Voor datering door middel van de <sup>14</sup>C-methode**

### Conventioneel of AMS

- Neem dunne takjes of de buitenste, laatst gegroeide ringen van een paal of stam.
- Vermijd kernhout.

### Wiggle matching aan palen/stammen

Wiggle matching is een nieuwe methode, ontwikkeld door het Centrum voor Isotopenonderzoek van de Universiteit van Groningen om door middel van de <sup>14</sup>C methode een veel exactere datering te verkrijgen dan mogelijk is bij 'normale' <sup>14</sup>C dateringen. Bij aanwezigheid van de laatste gegroeide ring van een paal of stam kan de datering de vel- of sterfdatum van de boom aangeven. Het is een methode die vooral belangrijk kan zijn als er geen geschikte monsters zijn voor dendrochronologisch onderzoek en ook anderszins de nauwkeurige datering van een structuur een probleem is. Het kan in principe op alle houtsoorten toegepast worden. De geschiktheid voor wiggle matching kan alleen door de houtspecialist bepaald worden. In principe gelden de volgende criteria:

- De palen/stammen moeten minimaal 50 jaarringen hebben.
- Er moet voldoende materiaal zijn, d.w.z. een flink stuk paal of stam.
- De bast of schors moet nog aanwezig zijn.

### **Bewaren van de houtvondsten en monsters**

Het grote hout kan voor enige maanden onbehandeld bewaard worden, mits aandacht wordt besteed aan de volgende zaken.

- Het hout moet goed verpakt zijn.
- Het hout moet bewaard worden onder koele en donkere omstandigheden.  
De optimale bewaartemperatuur is circa 4-8 graden Celsius.
- Laat hout(monsters) nooit voor dagen in een hete container in het veld staan, maar bewaar ze ook niet in vrieskisten of koelhuizen, waar de celstructuur kapot vriest.
- Bijzondere voorwerpen moeten niet onbehandeld bewaard worden, maar zo snel mogelijk worden verwerkt.
- <sup>14</sup>C monsters bewaren in een koelkast.

### **Literatuur en adressen**

Zie het hoofdstuk 4: Plantaardig materiaal: hout in verkoolde en andere verharde vormen.

# Archeologie



## 4. HOUT IN VERKOOLDE EN ANDERE VERHARDE VORMEN

### Aard en voorkomen

Houtskool ontstaat door langzame en onvolledige verbranding van hout onder zuurstofarme omstandigheden en bij temperaturen van 300-400 graden Celsius. Het kan een onopzettelijk bijproduct zijn van een onvolledig verbrandingsproces zoals bij crematies, in haarden of incidentele verbranding van een huis. Voor sommige industriële activiteiten zoals voor metaalbewerking wordt hout onder gecontroleerde omstandigheden met opzet omgezet tot houtskool. Hout in verkoolde vorm is zeer bestendig tegen biologische aantasting en kan daarom zowel in natte als droge milieus teruggevonden worden, maar het is zeer gevoelig voor mechanische druk.

Hout wordt vaak in gemineraliseerde vorm in beerputten gevonden, bij voorwerpen samengesteld van bijvoorbeeld hout en metaal (lansschachten, grafkisten en dergelijke).

### Onderzoek

De informatie uit verkoold hout uit archeologische context ligt op het vlak van:

- culturele informatie, zoals houtkeuze (uit functionele, religieuze overwegingen en dergelijke) en handel;
- vegetatiereconstructie;
- daterend <sup>14</sup>C-onderzoek.

Het belang van het houtskoolonderzoek en de prioriteit ervan binnen de algemene doelstellingen van een vindplaats hangt in belangrijke mate

af van de andere mogelijkheden om de verlangde informatie over bijvoorbeeld de vegetatie te verkrijgen en in hoeverre de houtskool aanvullende of op zichzelf staande informatie oplevert. Er zijn vindplaatsen waar organisch materiaal alleen bewaard is gebleven in verkoolde vorm en gegevens over vegetatie zijn in dat geval op geen andere wijze te verkrijgen dan uit dit verkoolde materiaal. Tijdelijke jachtkampen uit met name de paleo- en mesolithische perioden worden vaak alleen in de vorm van haarden teruggevonden.

## VELDWERK

### **Verzamelen van houtskool en de bemonstering van de verschillende typen sporen**

*Uit vergelijkend onderzoek is gebleken dat de meeste houtskool wordt gevonden door het nemen van grondmonsters. Het met de hand verzamelen van houtskool heeft over het algemeen geen zin, tenzij het gaat om specifieke verkoolde objecten zoals voorwerpen, hele takken of stammen of constructiehout uit paalgoten.*

*Houtskoolonderzoek vereist de determinatie van voldoende materiaal, in de meeste gevallen betekent dit minimaal 100 tot 150 fragmenten per monster.*

*Fragmenten kleiner dan 2 mm kunnen soms nog gedetermineerd worden, maar dit neemt veel tijd, dus is alleen onder bepaalde omstandigheden zinnig.*

*Interpretatiemogelijkheden verschillen per type spoor. Vloer- of loopvlakken representeren het gebruik van brandhout over een langere periode. Het zijn de overblijfselen van vele selecties van brandhout uit, naar men over het algemeen aanneemt, de min of meer onmiddellijke omgeving en het kan daarom gebruikt worden om informatie te krijgen over de houtvegetatie en veranderingen daarin in de betreffende perioden.*

*Crematies, kort openliggende kuilen, verbrand constructiehout en dergelijke vertegenwoordigen een eenmalige selectie van hout en de houtskool uit deze sporen geeft naast beperkte informatie over de vegetatie vooral culturele informatie. Dit ligt natuurlijk weer anders als het een hele serie haarden betreft over een langere periode.*

### **Vloeroppervlakken, loopvlakken**

*\*Algemene vraagstellingen*

- Vegetatiereconstructie.
- Cultureel gericht (verspreiding van activiteitengebieden, activiteitgebonden houtkeuze).

*\*Bemonstering*

- Het hele oppervlak in vakken van 1 x 1 m indelen.
- Bij dikke lagen onderverdelen in lagen van 5-10 cm.
- Meer loopvlakken/bewoningslagen boven elkaar moeten apart bemonsterd worden.
- Onderscheid maken tussen loopvlakken binnen en buiten de huisstructuren.
- De houtskool, te zamen met andere macroresten per vak en per laag verzamelen. Afhankelijk van het totaaloppervlak en in overleg met houtspecialist kan gekozen worden voor bemonstering van een aantal vakken in plaats van alle.
- Vondstnummer van het grondmonster aangeven op de veldtekeningen om kwantitatieve en kwalitatieve verschillen tussen de verschillende vakken en eventuele significante verbanden te kunnen bepalen.
- Probeer aan te geven in sporenbeschrijvingen hoe groot het bemonsterde oppervlak is ten opzichte van het niet-bemonsterde.
- Verbrande takken/stammen in hun geheel aangetroffen bij elkaar verpakken in een afzonderlijke zak, om onnodige overrepresentatie van één houtsoort tegen te gaan.

#### **\*Monstergrootte**

- Is een laag arm aan houtskool (dit is moeilijk te kwantificeren en gebeurt meest op het oog, maar houdt in minder dan 100 fragmenten van per m<sup>2</sup>) alle grond per vak te verzamelen.
- Is een laag rijk aan houtskool, dwz ca 250 fragmenten per m<sup>2</sup>, dan is een volume van 5 liter per laag en per vak van m<sup>2</sup> voldoende.

#### **Crematies, brandgraven**

##### **\*Algemene vraagstelling**

- Cultureel gericht (houtgebruik/keuze, "import", seizoenbepaling).

##### **\*Bemonstering**

- Sporen in hun geheel bemonsteren, tezamen met het overige materiaal.

##### **\*Monstergrootte**

- Alles. Bij een grote hoeveelheid materiaal meer zakken met ieder een eigen vondst/monsternummer.
- Aangeven welk deel van het spoor door elk monster vertegenwoordigd wordt.

#### **Grafkisten en voorwerpen met gemineraliseerd hout**

##### **\*Algemene vraagstelling**

- Cultureel gericht (houtgebruik/keuze bij de verschillende onderdelen)

##### **\*Bemonstering**

- Elke spijker/metalen element met houtresten apart verzamelen.
- Locatie van elk element exact aangeven op tekening.

#### **Haarden**

##### **\*Algemene vraagstelling**

- Cultureel gericht (houtgebruik/keuze, "import", seizoenbepaling).
- Vegetatiereconstructie (hangt af van het aantal haarden).

##### **\*Bemonstering**

- Sporen in hun geheel bemonsteren, tezamen met het overige materiaal.

##### **\*Monstergrootte**

- Alles. Bij een grote hoeveelheid materiaal meer zakken met ieder een eigen vondst/monsternummer.
- Aangeven welk deel van het spoor door elk monster vertegenwoordigd wordt.

#### **Ovens (industriële activiteiten)**

##### **\*Algemene vraagstelling**

- Cultureel gericht (houtgebruik/keuze, "import").

##### **\*Bemonstering**

- Sporen in hun geheel bemonsteren, tezamen met het overige materiaal.

### **Monstergrootte**

-Alles. Bij een grote hoeveelheid materiaal meer 5 liter zakken met ieder een eigen vondst/monster nummer. Aangeven welk deel van het spoor door elk monster vertegenwoordigd wordt.

### **Paalgaten of afgebrande (huis)structuren**

\*Algemene vraagstelling

- Cultureel gericht (import, houtgebruik/keuze).

\*Bemonstering

- Eén fragment als het duidelijk één paal betreft.

- Een apart grondmonster uit het paalgat (van mogelijk oud vloeroppervlak).

\*Monstergrootte

- Eén fragment per paal.

- Van vloeroppervlakmateriaal standaard 5 liter.

### **Beerputten**

Voor beerputten kan volstaan worden met de houtskool uit algemene macroresten-monsters. In beerputten worden ook vaak gemineraliseerde houten voorwerpen aangetroffen.

\*Algemene vraagstelling

- Cultureel gericht (import, houtgebruik/keuze)

\*Bemonstering

- lagen apart bemonsteren bij houtskool. Verhard of gemineraliseerd hout wordt elk voorwerp in zijn geheel verzameld.

\*Monstergrootte

- Voor houtskool: uit elke laag 5 liter.

### **Waterputten, afvalkuilen**

\*Algemene vraagstelling

- Cultureel gericht (import, houtgebruik).

- Tuinvegetatiereconstructie (soms)

\*Bemonstering

- Lagen apart bemonsteren.

\*Monstergrootte

- Uit elke laag 5 liter.

### **Esdekken**

\*Algemene vraagstelling

- Hangt af van locatie en datering van het betreffende esdek.

\**Bemonstering*  
- Algemene macro-resten monsters.

\**Monstergrootte*  
- 5 liter

### **Zeven of floteren van houtskoolhoudende grondmonsters**

Floteren wordt alleen gebruikt bij verkoold materiaal, zeven wordt zowel voor verkoold als onverkoold materiaal gebruikt. Floteren is de minst beschadigende methode als het verkoold materiaal sterk gefragmenteerd en slecht geconserveerd is. De keuze tussen zeven en floteren hangt af van de grondsoort waarin de houtskool zich bevindt. Houtskool in droog zand en/of grint kan goed geflooteerd worden. In nat zand kan houtskool aan het zand blijven "hangen", waardoor een deel van de houtskool verloren kan gaan. Het residu moet hierop gecontroleerd worden.

Houtskool in klei, löss of veen kan het best gezeefd worden. Voor houtskool is een zeefmaaswijdte van 2 mm voldoende.

### **Bewaren van de houtvondsten**

Verkoold en gemineraliseerde houten voorwerpen mogen niet met water schoon-gemaakt worden, maar moeten langzaam gedroogd worden vóór verpakking. Na het zeven of floteren moet de houtskool gedroogd worden opgeborgen. Het drogen kan in de droogkast gebeuren bij een matige temperatuur. Snelle droging onder hoge temperaturen veroorzaakt verdere fragmentatie. Niet-gezeefde (grond)monsters moeten direct goed worden afgesloten, zodat ze niet uitdrogen.

### **Literatuur**

- Badal-García, E., I. Figueiral, C. Heinz & J.L. Vernet 1991; Charbons de bois archéologiques méditerranéens: de la fouille à l'interprétation. Palaeoethnobotany and Archaeology. International Work-Group for palaeoethnobotany 8th symposium, Nitra-Nové Vozokany 1989. *Acta Interdisciplinaria Archaeologica*, Tomus VII, 7-22.
- Chabal, Lucie, 1997; *Forêts et sociétés en Languedoc (Néolithique final, Antiquité tardive)*. *L'antracologie, méthode et paléoécologie*. Parijs.
- Haaster, H. van 1998. *De Ecologie van de Middeleeuwse Stad. Deel 2: Bemonsterings-methodiek en overzicht van grondsporen met ecologische informatie*. (BIAXiaal 58).
- Jones, David M. (ed.) 1995. *Waterlogged wood. Guidelines on the recording, sampling, conservation, and curation of waterlogged wood*, English Heritage Customer Services, Londen.
- Rijn, P. van 1995. *Houtskool. Overzicht van mogelijkheden en methoden van een veronachtzaamde materiaalgroep*. (BIAXiaal 17).
- Rijn, P. van 1998. *Handleiding voor de behandeling en bemonstering van hout en houtskool in het veld*. BIAXiaal 59.
- Schweingruber, F.H. 1982. *Mikroskopische Holz Anatomie*. Birmensdorf.

## Adressen

<sup>14</sup>C-datering:

Centrum voor Isotopen Onderzoek,  
RUG

T.a.v. H. van der Plicht

Nijenborgh 4, 9747 AG Groningen

tel.: 050-3634760

Dendrochronologisch onderzoek:

RING

p/a ROB

Kerkstraat 1, Amersfoort

Postadres: Postbus 1600, 3600 BP

Amersfoort

tel.: 033-4227777

Conserveringslaboratorium dat ook  
diensten in het veld verricht:

Archeoplan

Oude Delft 224, 2611 HJ Delft

tel.: 015-2145295

Conserverings- en onderzoeks-  
instantie van boten en grote  
scheepsonderdelen:

Nederlands Instituut voor Scheeps-  
en onderwaterArcheologie

Oostvaardersdijk 01-04, Lelystad

tel.: 0320-269700

Houtspecialisten die ook in het veld  
werk verrichten:

BIAX Consult

Hogendijk 134, 1506 AL Zaandam

tel.: 075-6161010

e-mail: BIAX@BIAX.nl

Bureau voor Eco-archeologie:

T.a.v. S. Lange

Werkendelslaan 114, 1851 VE Heiloo

tel.: 072-5337525

## 5. BOT, GEWEI, IVOOR EN HOORN

### Aard en voorkomen

Dit hoofdstuk behandelt bot, gewei, ivoor en hoorn. Het zijn resten van zoogdieren, vogels, amfibieën en reptielen.

Bot en gewei hebben een harde, compacte buitenkant en een zachtere binnenkant. De verschillen tussen de zachtere kern en de hardere schil kunnen verschillen in krimp, en dus het risico van scheuren, met zich meebrengen.

Ivoor en hoorn (van horens, van hoeven maar ook schildpadschilden) zijn opgebouwd uit een soort jaarringen. Door minimale veranderingen in het vochtgehalte kunnen krimpverschillen optreden, waardoor een object in plaatjes uiteenvalt.

Dierlijke resten kunnen als losse skeletelementen of fragmenten daarvan gevonden worden (slacht-, consumptie en productieafval), maar ook in anatomisch verband worden aangetroffen en deel uitmaken van een meer of minder compleet skelet. Het dier kan zijn geofferd of anderszins bewust zijn begraven, of een natuurlijke dood zijn gestorven. De skeletelementen kunnen onbeschadigd zijn, maar ook vraat-, snij-, kap- of andere bewerkingsporen vertonen. Dierlijke resten kunnen ook worden gebruikt voor het maken van voorwerpen (artefacten) of deel uitmaken van een, uit meerdere materialen samengesteld, voorwerp (bijvoorbeeld benen heft van een ijzeren mes).

### Onderzoek

Het belang van dierlijk materiaal kan voor de archeologie moeilijk onderschat worden. De vondstgroep kan onder andere een bijdrage leveren aan de reconstructie van het landschap, aan de kennis van de ontwikkeling en gezondheidstoestand van (huis)dieren in het verleden en aan het duiden van talrijke sociaal-economische en religieuze aspecten van vroegere samenlevingen. Daarbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de voedsel economie (of er sprake is van, en zo ja, de wijze waarop jacht en veeteelt werden bedreven), aan de relatie tussen vleesconsumptie en sociale status en aan ambachtelijke productieprocessen.

Bij het archeozoologisch onderzoek worden kwalitatieve (zoals bijvoorbeeld diersoort, skeletonderdeel, gebitsslijtage) en kwantitatieve eigenschappen (zoals aantal, gewicht, fragmentatiegraad) vastgesteld. Deze basisgegevens vormen het uitgangspunt voor het archeozoologisch onderzoek van een context of vindplaats.

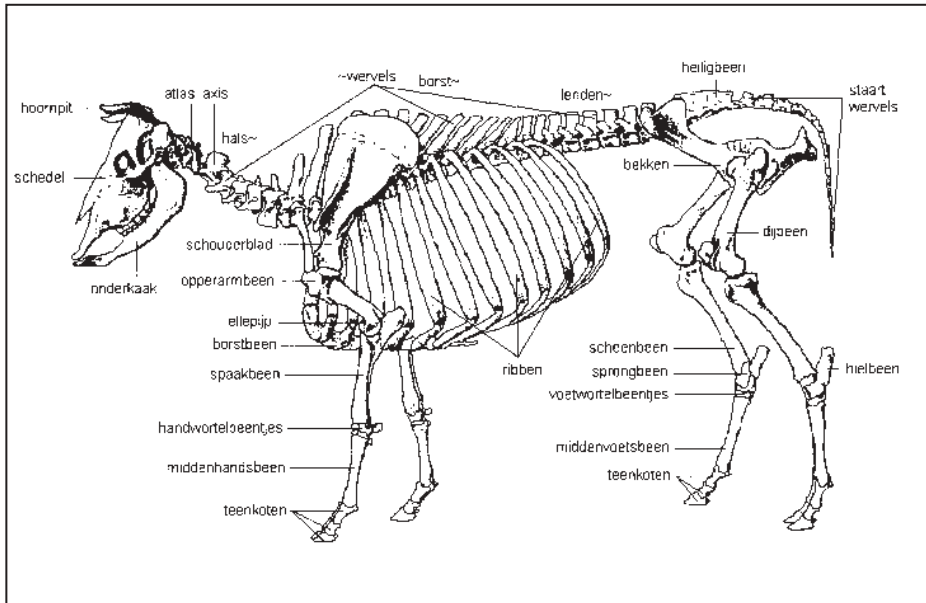
Voorwerpen kunnen soms typochronologisch worden gedateerd.

Er bestaan enkele specifiek(e) onderzoeksvormen en -technieken:

\* datering: de absolute ouderdom van botmateriaal (verbrand en onverbrand) kan door middel van <sup>14</sup>C-datering worden vastgesteld;

\* DNA-onderzoek;

- \* Chemische analyse;
- \* Histologisch onderzoek: aan kleine monsters is via dit onderzoek het verschil tussen mens en dier, evenals de diersoort, vast te stellen. Tevens kan de conserverings-toestand van het bot worden vastgesteld;
- \* Micro-wear analyse.



Skelet van een rund.

# Archeologie



## VELDWERK

### **Verzamelen; algemeen**

De verzamelwijze van dierlijke resten wordt bepaald door:

1. de vraagstelling(en) van het onderzoek,
2. het karakter van de vondst (is het een 'gewone' of een bijzondere vondst, bijvoorbeeld een voorwerp, een compleet skelet o.i.d),
3. de conserveringstoestand.

#### **Ad. 1**

Bij het opstellen van een Programma van Eisen en/of voorafgaande aan het onderzoek dient een archeozoöloog te worden geraadpleegd. Op deze wijze kan men op de hoogte worden gesteld van bestaande archeozoölogische vragen met betrekking tot specifieke perioden, gebieden en/of vindplaatstypen. Tevens kunnen dan gezamenlijk onderzoeksvragen worden opgesteld en kan overleg worden gevoerd over de verzamel- en onderzoeksstrategie in relatie met de beantwoording van de onderzoeksvragen.

#### **Ad. 2**

Het karakter van een vondst heeft consequenties voor de verzamelwijze.

Een 'gewone vondst' wordt op een andere manier verzameld dan bijvoorbeeld een voorwerp of een skelet.

Een aparte behandeling vereisen:

- de kwetsbare materialen ivoor, hoorn en schildpad,
- gebruiksvoorwerpen,
- skeletten of nog in anatomisch verband liggende delen daarvan.

#### **Ad. 3**

De conserveringstoestand van het materiaal wordt bepaald door de post-depositie processen en het kalk- en zuurstofgehalte van de bodem. Hoe meer kalk en hoe minder zuurstof, hoe beter de conservering. De zuurgraad speelt bij de conservering minder een rol, hoewel in zeer zure contexten - zoals venen - de minerale component van het bot oplost, maar hoorn (en huid) juist goed bewaard blijft. Goed geconserveerd materiaal is stevig en compact en kan worden opgepakt zonder dat het uit elkaar valt.

Matig geconserveerd materiaal lijkt stevig, maar valt bij het oppakken in diverse stukken uiteen.

Slecht geconserveerd materiaal is zichtbaar bros en verkrumelt/verpulvert bij het oppakken.

N.B. Bij een inventarisatie (of monitoring), gericht op de vraag over de conserveringstoestand van de dierlijke resten is histologisch onderzoek aan te bevelen. Ogenscheinlijk goed geconserveerd materiaal kan inwendig zijn structuur grotendeels hebben verloren.

## **Verzamelen; werkwijze**

### **Ongeacht de conserveringstoestand**

1. De kwetsbare materialen en de gebruiksvoorwerpen die fragiel of gefragmenteerd zijn of die uit verschillende (losse) onderdelen bestaan, 'en bloc' lichten. Hierdoor blijft de samenhang van het materiaal en de eventuele sporen daarop beter bewaard.

2. Vanwege het hoge archeozoologische informatiegehalte kaken met gebitslementen en schedels altijd 'en bloc' lichten en in een aparte zak verpakken. Kiezen zitten vaak los en kunnen gemakkelijk uit de kaak vallen; schedels vallen zeer gemakkelijk in fragmenten uiteen.

### **Goed geconserveerd materiaal**

Vergt geen specifieke behandeling in het veld. Wél dienen de kleine, fragiele resten (botten van kleine zoogdieren, vogels, amfibieën, etc.) uit hetzelfde vondstnummer apart bewaard te worden van de grotere, stevige en compactere (zoogdier)resten. Als alles bij elkaar wordt gevoegd, gaan de kleine, fragiele resten stuk.

### **Matig geconserveerd materiaal**

In dit geval moeten zoveel mogelijk bij elkaar horende stukken van hetzelfde skelet-element in een aparte vondstzak worden gedaan. Vanwege het hoge archeozoologische informatiegehalte dienen niet alleen de kaken en schedel, maar ook de complete pijpbeenderen 'en bloc' te worden gelicht en apart te worden verpakt.

### **Slecht geconserveerd materiaal**

De relatief grote fragmenten 'en bloc' lichten, waarna ze in het archeozoologisch laboratorium kunnen worden uitgerepareerd. Het is raadzaam om bij slecht geconserveerd botmateriaal een specialist in het veld te raadplegen; determinaties kunnen eventueel in het veld plaatsvinden, waardoor een enorme hoeveelheid 'en bloc'-gelicht vondstmateriaal kan worden voorkomen. Vanwege het hoge informatieve gehalte (behalve de kaken, schedels en complete pijpbeenderen) de grote fragmenten van pijpbeenderen 'en bloc' lichten en apart verpakken.

### **Begravingen**

Indien mogelijk, moet de archeozoologisch specialist in het veld bij de ontgraving ervan betrokken worden, omdat hij/zij de meeste informatie uit dergelijke vondsten kan halen.

In het algemeen dient een dierlijk skelet op dezelfde wijze behandeld te worden als een menselijk skelet. Dus een apart spoornummer, een vondstenlijst en zorgvuldig opgraven in kwadranten en vlakken met duidelijk coupes en profielen, waarbij alles zodanig wordt ingemeten dat de ligging achteraf eenduidig is te reconstrueren.

*Tevens is het noodzakelijk dat:*

- 1. De relatie tussen grondspoor en het (partiële) skelet goed wordt vastgelegd. Hoe ziet het spoor eruit (horizontaal en verticaal)? Wat ligt er verder in het spoor? Wat is de relatie tussen de diverse vondsten in het spoor?*
- 2. Foto's worden genomen.*
- 3. Een schematische tekening van het skelet én de context wordt gemaakt waar op de verschillende skeletelementen duidelijk zijn te onderscheiden (mooie knoken hoeven niet te worden getekend, wel streepjes die duidelijk opperarmbeen, spaakbeen, teenkoten, etc. voorstellen).*
- 4. De ligging en de houding van het skelet wordt beschreven.*
- 5. Aangeven of en welke onderdelen van het skelet ontbreken (zie literatuur: fiches d' ostéologie animale).*
- 6. Neem een (grond)monster (ter hoogte) van de maaginhoud.*
- 7. Elk lichaamsdeel (bijv. linker voorpoot, rechter achterpoot, wervelkolom) in een aparte zak wordt gedaan.*

*Belangrijke punten:*

- Neem andere (grond)monsters, rekening houdend met de eisen van de diverse genoemde onderzoekstechnieken.*
- Bedenk of het skelet geschikt is voor expositie en daar eventueel voor zal worden gebruikt. Zo ja, dan het skelet zo min mogelijk vrijleggen/uitprepareren: de botten moeten niet los komen te liggen (exact op dezelfde plek terugleggen is nooit mogelijk). Het skelet 'en bloc' lichten in overleg met de conserverings- en materiaalspecialist.*

*N.B. Bij complete dierbegraving, vanaf de Nieuwe tijd tot nu, bedacht zijn op de eventuele aanwezigheid van resistente bacteriën, zoals bijvoorbeeld de miltvuurbacterie in de grond. Bij verdenking, beschermende kleding en mondkapje dragen.*

### **Grondmonsters**

*Voorafgaand aan het onderzoek moet een bemonsteringsprogramma worden opgesteld in overleg met de specialist. Per opgravingseenheid volstaat een grondmonster van 40 liter (of minder als het niet anders kan). Het is van belang (een schatting van) het totale volume van het grondspoor te noteren, waaruit het monster is genomen.*

*Het is van cruciaal belang dat monsters worden genomen van verschillende typen grondsporen (kuilen, waterputten, beerputten, sloten, e.d.). Door bijvoorbeeld alleen waterputten te bemonsteren en het materiaal in kuilen met de hand te verzamelen, kan een onbetrouwbaar en eenzijdig archeozoologisch beeld ontstaan.*

### **Deel van een vondstcomplex**

*Soms is een vondstcomplex te groot om in zijn geheel te verzamelen. Als een deel van het materiaal wordt meegenomen (bijvoorbeeld een deel van de talrijke hoornpitten van runderen, die deel kunnen uitmaken van het afval van een leerlooierij) moet duidelijk worden weergegeven om welk deel het gaat en een schatting worden gegeven van de grootte van het complete vondstcomplex. Indien mogelijk*

moet een archeozoologisch specialist worden geraadpleegd over de verzamelwijze en de wijze van documenteren.

### **Reinigen, drogen (nummeren) en verwerken van monsters**

#### **Ongeacht de conserveringstoestand**

De kwetsbare materialen en gebruiksvoorwerpen niet wassen noch reinigen of drogen. Ze dienen bewaard te worden in afgesloten vondstzakjes of -bakjes, onder vochtigheidscondities die overeenkomen met de bodemgesteldheid. De vondsten op een koele plaats bewaren bij een temperatuur van 5-10 graden Celsius.

#### **Goed geconserveerd onbewerkt materiaal**

Dit met de hand verzamelde materiaal kan gewassen worden en voorzichtig worden geborsteld met een borstel die zachter is dan het botmateriaal. Het materiaal kan aan de lucht op kamertemperatuur worden gedroogd; grote temperatuurschommelingen mijden. Indien men kiest om individuele botelementen te nummeren, dan dient het vondstnummer op een duidelijke, maar niet al te zeer in het oog springende plaats, te worden aangebracht. Vondstnummers moeten niet aangebracht worden op functionele uiteinden of spoordragende vlakken.

#### **Matig geconserveerd materiaal**

Dit met de hand verzamelde materiaal kan boven een zeef met een maaswijdte van maximaal 4 mm met een zachte waterstraal worden schoongespoeld. Het materiaal heel langzaam drogen in openstaande of liever nog (uitsluitend aan de bovenkant!) geperforeerde, vondstzakjes bij een temperatuur van 5-10 graden Celsius.

#### **Slecht geconserveerd materiaal**

De 'en bloc' gelichte fragmenten worden niet gewassen, gereinigd of gedroogd en moeten in afgesloten vondstzakjes of -bakjes worden bewaard onder vochtigheidscondities die overeenkomen met de bodemgesteldheid. Op een koele plaats bewaren bij een temperatuur van 5-10 graden Celsius.

De overige met de hand verzamelde fragmenten kunnen worden behandeld zoals bij het matig geconserveerde materiaal is omschreven.

### **Monsters**

Monsters voor regulier onderzoek kunnen tijdens de opgraving of in een later stadium worden gezeefd over een zeef met een maaswijdte van 2 mm. Een andere mogelijkheid is het zeven van 10 liter over een maaswijdte van 2 mm en de overige 30 liter over 4 mm. Het is van belang bij het zeefresidu, de totale volume van de gezeefde inhoud en het totale volume van het grondspoor waaruit het monster is genomen, te noteren. De zeefresiduen dienen aan de lucht te worden gedroogd bij kamertemperatuur, tenzij de specialist anders aangeeft.

Monsters voor specifiek onderzoek mogen niet worden gezeefd en moeten altijd luchtdicht worden afgesloten, bij voorkeur in afsluitbare emmers. De monsters worden onbehandeld aan een specialist overgedragen.

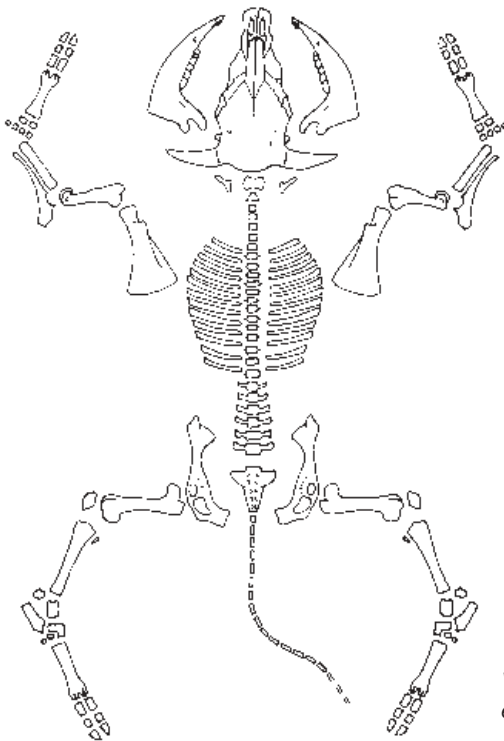
### **Tijdelijke opslag**

De opslag van dierlijk materiaal kan het beste plaatsvinden in een donkere ruimte met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Het materiaal alleen stapelen wanneer het verpakkingsmateriaal dit toestaat. Controleer gedurende de opslag regelmatig of de toestand van het materiaal nog stabiel is.

Bij de opslag van kwetsbaar materiaal, gebruiksvoorwerpen of slecht geconserveerd materiaal, gedurende langer dan een maand, dient een specialist te worden geraadpleegd.

Monsters voor specifiek onderzoek opslaan in een donkere ruimte met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Bij de opslag gedurende langer dan een maand, dient een specialist te worden geraadpleegd.

De totale duur van de tijdelijke opslag (dus vanaf het moment van verzamelen tot aan het moment van aanleveren aan een definitief depot) is maximaal 2 jaar. Binnen deze periode moet het materiaal dus ook zijn geanalyseerd.



Voorbeeld van een 'fiche':  
een runderachtige

## Overdracht aan specialist

Indien niet alle verzamelde dierlijke resten en monsters aan een specialist ter onderzoek worden aangeboden, moet in overleg met de specialist een selectie worden gemaakt.

Bij het overdragen van dierlijk botmateriaal voor determinatie en analyse

aan een specialist, moeten:

1. ook de benen artefacten ter bestudering worden aangeboden;
2. de voor de interpretatie noodzakelijke opgravinggegevens, dateringen en contextinformatie worden meegeleverd.

## Literatuur en website

Bone-info: [www.archis.nl/html/producten/index](http://www.archis.nl/html/producten/index).

Davis, S.J.M. 1995: *The Archaeology of Animals*. Londen.

Helmer, D. 1987: Fiches descriptives pour les relevés d'ensembles osseux animaux. *Fiches d'ostéologie animale pour l'archéologie*.

O'Connor, T. 2000: *The Archaeology of Animal Bones*, Londen.

Reitz, E.J., en E.S. Wing 2000: *Zooarchaeology*. Cambridge.

## Adressen

Archeoplan Eco  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295  
fax: 015-2138582  
e-mail: [archeoplan.eco@archeoplan.nl](mailto:archeoplan.eco@archeoplan.nl)

ArchaeoBone  
Aggemastate 135, 8926 PC  
Leeuwarden  
tel.: 058-2668220  
e-mail: [abone@planet.nl](mailto:abone@planet.nl)

ROB  
Afdeling Archeozoölogie  
Kerkstraat 1, 3800 BP Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
fax: 033-4227799  
e-mail: [r.lauwerier@archis.nl](mailto:r.lauwerier@archis.nl)

Universiteit van Amsterdam  
AAC Zooarcheologisch Laboratorium  
Nieuwe Prinsengracht 130  
1018 VZ Amsterdam  
tel.: 020-5257418 b.g.g. 5255830  
fax: 020-5255831

Universiteit Groningen  
Groninger Instituut voor Archeologie  
Poststraat 6, 9712 ER Groningen  
tel.: 050-3636741

Conserveringslaboratorium dat ook  
diensten in het veld verricht:  
Archeoplan  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295

## 6. VISRESTEN

### Aard en voorkomen

In grote trekken sluit de behandeling van visresten aan bij hetgeen over dierlijk materiaal gezegd is. Wat de aard van het vismateriaal betreft, kan onderscheid gemaakt worden tussen drie categorieën. Ten eerste is er een fundamenteel verschil tussen vissen met een overwegend kraakbeenskelet en vissen met een beenskelet.

Van de eerste categorie zal men in het algemeen weinig tot niets aantreffen, terwijl het skelet van beenvissen net zo resistent is als dat van vogels en amfibieën. De derde categorie vormen de schubben. Sommige schubben zijn stevig en compact, andere duidelijk opgebouwd uit segmenten. Schubben van het laatste type hebben de neiging bij droging uit elkaar te vallen.

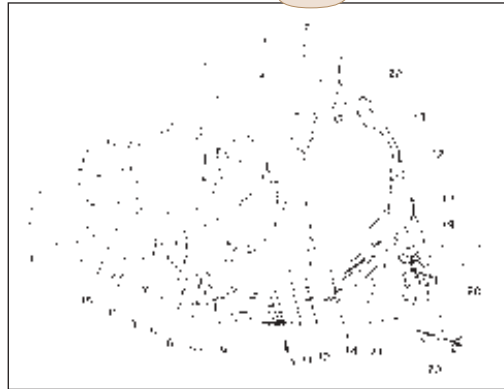
### Onderzoek

Onderzoek aan vismateriaal biedt de mogelijkheid vast te stellen, of er sprake is van herkomst uit een zoet-, brak- of zoutwatermilieu.

Vismateriaal speelt ook een rol bij het reconstrueren van de voedsel-economie, waarbij soms (in historische context) ook statusverschillen tussen sociale milieu's kunnen worden opgemerkt.

In tegenstelling tot het reguliere onderzoek aan dierlijk materiaal wordt vismateriaal niet gewogen.

# Archeologie



*Schematische laterale afbeelding van de schedel, de schoudergordel en de anaalvin van een vis. Legenda: 1=cranium; 2=parasphenoideum; 3=articulare; 4=dentale; 5=pterygoideum; 6=quadratum; 7=hyomandibulare; 8=branchiostegale; 9=epihyale; 10=ceratohyale; 11=praeoperculum; 12=operculum; 13=interoperculum; 14=suboperculum; 15=maxillare; 16=supramaxillare; 17=cleithrum; 18=supracleithrum; 19=postcleithrum; 20=scapula; 21=coracoideum; 22=posttemporale; 23=basipterygium.*

## VELDWERK

### Verzamelen

Tenzij prospectief onderzoek heeft aangetoond, dat tijdens de opgraving een grote concentratie visresten kan worden verwacht, heeft het geen zin om in enige systematiek op visresten te monsteren. Beter is eerst dan een monster te nemen, wanneer bij het verzamelen met de hand daadwerkelijk visresten worden aangetroffen. Gaat het om visresten zonder anatomisch verband, dan wordt op die plaats een monster van 3 tot 5 liter genomen. Treft men een groter min of meer compleet deel van het skelet aan, dan wordt dat 'en bloc' gelicht en apart verpakt. In beerputten komen (in het algemeen) altijd visresten voor. Wanneer men besluit slechts een deel van de inhoud als selecte steekproef te onderzoeken, moet bij het zeven uitdrukkelijk rekening gehouden worden met visresten van verschillende grootte (zie zeven).

Wordt bij een opgraving een fuik aangetroffen, dan zal men de inhoud als een select vismonster moeten opslaan en behandelen.

Steurplaten (huidverbeningen) hebben de neiging sterk te gaan schilveren en uiteen te vallen. Wanneer zij in slechte conditie zijn, kunnen zij geconserveerd worden door ze met verdunde houtlijm in te smeren en na droging in aparte zakjes te bewaren.

Otolieten (gehoorsteentjes) worden droog in een apart doosje of buisje bewaard.

### Zeven

Wil men visresten bij het onderzoek betrekken, dan zal nat gezeefd moeten worden over de 2 mm zeef. Wordt bijvoorbeeld bij beerputonderzoek alleen de 4mm zeef gebruikt, dan gaat veel informatie verloren. Kleiner dan 2 mm geeft in het algemeen niet meer informatie dan aan het materiaal van de 2 mm zeef ontleend kan worden, maar eist wel een veel grotere tijdsinvestering. Voor het zeven kan koud of lauw water gebruikt worden, bij voorkeur in combinatie met een douche-kop. Vismateriaal wordt nooit geborsteld.

Gezeefd en schoon skeletmateriaal kan in de open lucht gedroogd en daarna opgeborgen worden. Schubben worden bij voorkeur niet gedroogd, maar in een vloeistof met desinfectiemiddel om algvorming te voorkomen bewaard voor nader onderzoek, omdat zij anders bij droging in segmenten uiteen kunnen vallen. Voor het nader onderzoek kan het dienstig zijn de visresten naar grootte te scheiden, te weten:

- a) resten van de 4 mm-zeef,
- b) van de 2 mm-zeef.

### Nummeren en bewaren

Vismateriaal zelf wordt nooit genummerd. Daar is het ook in het algemeen te klein voor. Wanneer het gaat om losse skeletelementen, dienen die los in een vondstzakje bewaard te worden met daarop alle relevante gegevens. Snijsporen worden vaak eerst bij later nader (microscopisch) onderzoek opgemerkt. Voorkomen moet worden, dat die gegevens (deels) verloren gaan door het object te nummeren. Het bewaren van kleine onderdelen en fragmenten kan het beste geschieden in



*plastic doosjes, opdat de kans op fragmentatie door fijndrukken wordt voorkomen. Visresten dienen altijd apart gehouden te worden van de overige dierenbotten.*

### **Overdracht aan specialist**

Onderzoek aan visresten is tijdrovend. Het is daarom raadzaam contact op te nemen met een specialist, zeker wanneer sprake is van substantiële visresten. Hij/zij kan u advi-

seren over de wijze van verzamelen en de onderzoeksmogelijkheden, zodat een statistisch aanvaardbaar antwoord wordt verkregen op de gestelde onderzoeksvragen.

### **Literatuur**

Brinkhuizen, D.C. 1989: *Ichthyo-archeologisch onderzoek: methoden en aanpassing aan de hand van Romeins vismateriaal uit Velsen*, Groningen.  
Wheeler, A., en A.K.G. Jones 1989: *Fishes*, Cambridge.

### **Adressen**

Archaeo-Zoo  
Waldeck Pyrmontlaan 8 B/2  
1075 BV Amsterdam  
tel.: 020-6643354  
e-mail: beerenhout@compaqnet.nl

D.C. Brinkhuizen  
Koninginnelaan 18A, 9712 BT Groningen

ROB  
T.a.v. F. Laarman  
Kerkstraat 1, 3811 CV Amersfoort  
tel.: 033-4227777

# Archeologie

## 7. SCHELLEN

### Aard en voorkomen

Schelpen zijn de harde uitwendige skeletdelen van de ongewervelde weekdieren of schelpdieren. Deze diergroep wordt ook *mollusken* genoemd. Bij een verdere indeling onderscheiden we o.a. slakken en tweekleppigen (mossels). Ook inktvissen behoren tot de mollusken. Soms kunnen we van inktvissen de (inwendige) rugschilden of kaken tijdens het opgraven aantreffen. Schelpen worden op vele manieren al honderdduizenden jaren door de mens gebruikt en hun inhoud gegeten. De wetenschap die zich met schelpen bezighoudt heet *malacologie*.

Schelpen bestaan voor een groot deel uit koolzure kalk (calciumcarbonaat). De wand is in veel gevallen opgebouwd uit drie lagen: een binnenste kalklaag (parelmoerlaag), een middenlaag van kalk (prisma- of porcelainlaag) en een buitenste laag van conchioline (opperhuid). De opperhuid is meestal bruin of zwart en meestal zeer dun. Het materiaal is hoornachtig en komt qua samenstelling overeen met chitine (zoals we dat bij insecten aantreffen). Meestal zijn schelpen stevig en kunnen lang en goed bewaard blijven in de bodem. Door chemische processen in de grond kan de schelp echter zacht worden of door zuren geheel oplossen. In een van oorsprong kalkvrije grond zijn geen schelpen te verwachten. Is het sediment echter kalkhoudend dan kunnen zowel in natuurlijke als antro-

pogene afzettingen grote aantallen schelpen aanwezig zijn. Door grondbewegingen (onder andere opgraven) kunnen vooral de grotere, dunne schelpen uit elkaar vallen.

Schelpen of schelpfragmenten kunnen op allerlei plaatsen gevonden worden. De dieren kunnen ter plekke geleefd hebben, schelpen kunnen aangespoeld zijn, het kunnen voedselresten zijn van mens of dier (schelpenhopen) of resten van lokaas en verder kunnen ze gediend hebben als sieraden (grafvondsten), versieringen (ornamenten), inleg in ander materiaal, kralen, knopen, cameeën, betalingsmiddel (geldkaurie), parelleveranciers, muziekinstrument, werktuigen, container, bakje, ritueel / offer, kleurstoffen (purper), wegverharding, bouw materiaal e.d. In gebroken vorm treffen we schelpen aan als magering in aardewerk, mest, medicijn, grit voor pluimvee e.d.

### Onderzoek

Schelpen in een archeologische context kunnen belangrijke informatie opleveren. Vooral in prehistorische kustnederzettingen kunnen weekdieren een belangrijke component van het voedselpakket zijn geweest. In gunstige gevallen kan zelfs met behulp van slijpplaatjes het seizoen van verzamelen bepaald worden. Schelpen leveren een goede bijdrage aan de reconstructie van een deel van de omgeving. Vragen als hoe zag een kustgebied eruit, stroomde het water,

veranderde het zoutgehalte, kwam er bos voor kunnen er mee beantwoord worden. Soms kunnen veranderingen in de omgeving door natuurlijke of menselijke oorzaak met behulp van een molluskendiagram (verloop soorten en aantallen per laag) aangetoond worden. In een groter verband zijn schelpen geschikt om vroegere kustlijnen te reconstrueren of om het klimaat te bepalen.

Soorten die niet in het onderzoeksgebied thuishoren kunnen iets zeggen over handel. Zeldzame schelpen in graven geven status aan. Kleinere exemplaren van een soort in de tijd wijzen soms op overexploitatie. Onderzoek aan de schelpenmagering van het aardewerk kan informatie geven over de herkomst van de pottenbakkersklei.

Sommige soorten zijn kenmerkend voor bepaalde perioden.

Bij schelpenonderzoek wordt allereerst gekeken naar de aanwezige soorten, hun aantallen en bij gegeten soorten de grootteklassen en het gewicht.

Verder onderzoek kan betrekking hebben op:

- \* Het vaststellen van de ouderdom door middel van  $^{14}\text{C}$ -datering, Uraan/Thorium en aminozuur racemisatie (overleg met specialist, bij aminozuur racemisatie mag bijvoorbeeld het materiaal niet verhit worden).
- \* Samenstelling schelp (chemische analyse).
- \* Periode van sterven (groeiingenonderzoek met behulp van slijpplaatjes).

- \* Gebruikssporen, bewerkingsporen (niet wassen met stevige borstels, niet in aanraking laten komen met metaal, dus ook niet zeven op metaal maar op bijvoorbeeld plastic zeven, niet nummeren op de schelp maar alle schelpen in een apart zakje met nummer, niet impregneren/conserveren, drogen mag).
- \* Veranderingen in verzamelplaats, -intensiteit of milieu (veranderingen in afmetingen binnen de soorten in de loop van de tijd).
- \* Herkomst door de aanwezigheid van resten of boorgaten van andere organismen op of in de schelp vast te stellen (niet wassen met harde borstels e.d.).
- \* Klimaat (O16/O18, C12/C13)
- \* Samenstelling en herkomst van water (stabiel isotopen onderzoek)
- \* Vervuiling en industriële activiteiten (geochemisch onderzoek).



*oester*

Archeologie



*wijngaardslak*

## VELDWERK

### Verzamelen

Schelpen of schelpdelen kunnen:

1. Als enkele of geïsoleerde vondst tijdens de opgraving aangetroffen worden. In een aantal gevallen is in dat geval de ligging van de schelp belangrijk. We denken dan vooral aan (bouw)offers, sieraden (schelpenketting) of knopen. In een dergelijk geval moet de juiste ligging in bijvoorbeeld het skelet ingetekend en/of gefotografeerd worden. Is het voorwerp kwetsbaar en bijzonder dan kan in overleg met de specialist het schelpmateriaal ter plekke geïmpregneerd worden (verdunde lijm) om uit elkaar vallen te voorkomen.

Ook in natuurlijke afzettingen kan de ligging van het materiaal belangrijke informatie geven. Bekend is het voorkomen van dubletten van Platte slijkgapers in leefstand in mariene afzettingen in hoog gelegen kustgebieden.

2. Met meerdere exemplaren in de grond aanwezig zijn. Ook kan een grondlaag grotendeels uit schelpen bestaan. Voor een goede schelpenanalyse zijn grondmonsters noodzakelijk. Hierdoor blijkt pas hoe rijk de fauna is en om wat voor soort materiaal het gaat. Bedenk dat er in natuurlijke afzettingen slakken- en mosselsoorten aanwezig zijn waarvan de schelpen maar 2 mm groot worden. De jonge exemplaren zijn nog kleiner! Ook fragmenten zijn meestal nog goed op naam te brengen.

### Bemonsteren

Voordat er overgegaan wordt tot het systematisch nemen van grondmonsters moet er overlegd worden met een specialist. Afhankelijk van de vraagstelling kan dan een monsterprogramma vastgesteld worden.

Bij een schelprijke opgraving geldt in het algemeen dat er verspreid en laagsgewijs bemonsterd wordt. In het geval van schelpenhopen ('køkkenmødding') kan bijvoorbeeld op een aantal plaatsen het gehele profiel laagsgewijs bemonsterd worden.

Monsters van enkele liters uit laagjes van enkele cm dik kunnen de basis zijn voor een berekening van de totale hoeveelheid schelpen en de veranderingen in samenstelling in de loop van de tijd.

Bij wegverhardingen, beerputten, afvalkuilen, slootvullingen e.d. kan vaak volstaan worden met 10 liter grond.

In het geval van natuurlijke sedimenten met schelpen kan - afhankelijk van de vraagstelling - besloten worden om een profiel geheel te bemonsteren. Vooral in afzettingen die in water zijn gevormd, is het soms zinvol om in laagjes van 1 cm dikte te bemonsteren (bijvoorbeeld met 0,5 liter monsters). Veranderingen in het milieu kunnen dan nauwkeurig vastgelegd worden. Vaak kan een dergelijk onderzoek gelijk opgaan met planten- (zaden en pollen), vis-, kleine zoogdierenonderzoek e.d. Daarnaast moeten concentraties van schelpen meegenomen worden (bijvoorbeeld als 5 liter monsters).

Door enkele liters grond als proef te zeven krijgt men een indruk over de aantallen aanwezige schelpen. Het monsterprogramma kan in overleg dan aangepast worden.

### **Reinigen en verwerken van schelpen en grondmonsters**

In het algemeen mag men schelpen niet zeven, schoonmaken of impregneren met chemicaliën.

Bij een goede conservatie kunnen veelal de individueel verzamelde schelpen voorzichtig schoongemaakt worden met een zachte kwast en water en bij kamertemperatuur gedroogd worden. Vooral de soorten uit zee (oester, mossel, strand-schelp, alikruik) kunnen hier goed tegen. Zoetwatermossels vallen vaak uit elkaar tijdens het drogen. Het beste is dan om de kleppen of doubletten met de aanhangende vochtige grond in een plastic zakje te doen. Landslakken kunnen over het algemeen voorzichtig schoongespoeld en gedroogd worden.

Losse schelpen uit zoetwater- en landmilieu's zijn vaak kwetsbaar. Apart opbergen in doosjes of buisjes (met papier, watten o.i.d.) is aan te raden. Dit geldt zeker voor de minder algemene en bijzondere schelpen. Grondmonsters kunnen het beste door de specialist zelf gezeefd worden. Vaak zijn de omstandigheden op een laboratorium hiervoor het beste. In overleg kan echter in een aantal gevallen ook goed in het veld gezeefd worden. Dit heeft als voordeel dat de grond op de plek van de opgraving blijft. Bij kwetsbaar materiaal mag er niet met een hogedruk-spuit gewerkt worden.

Wanneer het om de natuurlijke fauna gaat, dan moet met een fijne zeef gewerkt worden (maaswijdte 0,5 mm). In speciale gevallen (broedvalonderzoek) moet (een deel) van het monster door een zeef met 0,25 mm gaas gespoeld worden.

Bij antropogene afzettingen met schelpen als voedselrest volstaat meestal een zeef met mazen van ongeveer 2 mm. Deze monsters kunnen in het veld gezeefd worden. Na droging wordt het residu opgeborgen in plastic zakken in dozen.

Schelpen uit zout (grond)water moeten in zoetwater ontzilt worden.

### **Tijdelijke opslag**

Opslag van stevige, losse schelpen zal over het algemeen geen problemen geven. Het materiaal moet vrij in doosjes of plastic zakken liggen en niet onder druk komen van erop liggende voorwerpen. Sommige schelpen, vooral grote zoetwatermossels, kunnen door drogen hun buitenste bruine laag verliezen of in fragmenten uiteen vallen. Zij moeten enigszins vochtig blijven (in plastic met aangehechte grond) en zo snel mogelijk naar een specialist.

Gedroogde residu's van grond die tijdens de opgraving gezeefd is en waar veel schelpen in zitten kunnen zo bewaard worden. Dit materiaal wordt voorzichtig in plastic zakken of dozen opgeslagen. Zeefresidu's met schelpen kunnen ook nat bewaard worden, bijvoorbeeld in potten of emmers met deksels (voeg geen conserveringsmiddelen toe).

Grondmonsters kunnen in goede plastic zakken of kratten vochtig bewaard worden. Stapelen van monsters kan het best door gebruik te maken van kratten of kisten.

*In alle gevallen is een correcte etikettering belangrijk. De etiketten mogen niet vergaan (geen vochtig papier!) en de tekst moet tegen licht en mechanische beschadiging bestand zijn.*

### **Overdracht aan specialist**

Indien niet alle schelpen en monsters door een specialist onderzocht zullen worden, moeten specialist en opgraver een selectie maken. Ook alle bijzondere (bewerkte) schelpen moeten voor een analyse aan een specialist worden aangeboden.

Voor het schelpenonderzoek noodzakelijke opgravingsgegevens (context-informatie, lithologie, tekeningen, foto's, dateringen e.d. moeten voor zover beschikbaar worden meegeleverd.

### **Definitieve opslag**

Na het onderzoek moet het materiaal goed geëtiketteerd opgeslagen worden op een plaats die goed toegankelijk is voor andere onderzoekers.

Dit ter controle van determinaties, verder onderzoek e.d. Bij publicaties wordt deze plaats vermeld (museum, instituut, archeologisch depôt).

### **Literatuur**

Boer, T.W., en R.H. de Bruyne, 1991: *Schelpen van de Friese Waddeneilanden*. Leeuwarden/Oegstgeest.

Bruyne, R.H. de, 1994: *Schelpen van de Nederlandse kust*. Utrecht.

Claassen, C., 1998: *Shells* (Cambridge Manuals in Archaeology). Cambridge.

Evans, J., 1972: *Land snails in archeology*. London/New York.

Gittenberger, E., A.W. Janssen, W.J. Kuijper, J.G.J. Kuiper, T. Meijer, G. van der Velde en J.N. de Vries, 1998: *De Nederlandse zoetwatermollusken. Recente en fossiele weekdieren uit zoet en brak water* (Nederlandse Fauna 2). Leiden.

Kerney, M.P., en R.A.D. Cameron, 1980: *Elseviërs slakkengids*. Amsterdam/Brussel.

Poppe, G.T., en Y. Goto, 1991: *European seashells I (Polyplacophora, Caudofoveata, Solenogastra, Gastropoda)*. Wiesbaden.

Poppe, G.T., en Y. Goto, 1993: *European seashells II (Scaphopoda, Bivalvia, Cephalopoda)*. Wiesbaden.

## Adressen

Voor informatie en eventuele determinaties van schelpen:

Rijksuniversiteit Leiden,  
Archeologisch Centrum  
T.a.v. W.J. Kuijper  
Postbus 9515, 2300 RA Leiden  
tel.: 071- 5272394  
e-mail: w.kuijper@arch.leidenuniv.nl

Rijksuniversiteit Groningen,  
Groninger Instituut voor Archeologie  
T.a.v. W. Prummel  
Poststraat 6, 9712 ER Groningen  
tel.: 050-3636732  
e-mail: W.Prummel@let.rug.nl

Nederlands Instituut voor Toegepaste  
Geowetenschappen,  
Afdeling Malacologie  
T.a.v. T. Meijer  
Postbus 80015, 3508 TA Utrecht.  
tel.: 030-2564725  
e-mail: t.meijer@nitg.tno.nl

Zoölogisch Museum Amsterdam,  
Instituut voor Systematiek en  
Populatiebiologie, Afdeling  
Malacologie  
T.a.v. R.G. Moolenbeek  
Postbus 94766, 1090 GT  
Amsterdam.  
tel.: 020-5256294  
e-mail: Moolenbeek@science.uva.nl

Nationaal Natuurhistorisch Museum  
Naturalis,  
Postbus 9517, 2300 RA Leiden.  
Recente mollusken: E. Gittenberger,  
e-mail:Gittenberger@naturalis.nnm.nl  
tel.: 071-5687614  
Fossiele mollusken F.P. Wesselingh,  
e-mail:Wesselingh@naturalis.nnm.nl  
tel.: 071-5687663



## 8. MIJTEN EN INSECTEN

### Aard en voorkomen

Dit hoofdstuk behandelt chitineuze resten. Het zijn resten van de grote groep der geleedpotige dieren (Arthropoda), die onder andere de kreeftachtigen, duizend- en miljoenpoten, mijten en andere spinachtigen en insecten omvat. In de archeologie worden voornamelijk insecten en mijten gebruikt. Eetbare krabben en andere kreeftachtigen zijn door hun grootte qua verzamel- en verwerking-methode vergelijkbaar met botmateriaal.

Chitine is een zeer sterke stof die onder de juiste omstandigheden zeer lang bewaard kan blijven. Gunstige omstandigheden zijn bijvoorbeeld natte anaërobie (zuurstofarme) condities, maar ook onder extreem droge omstandigheden kunnen de resten van insecten en mijten goed bewaard blijven. Funest voor de kwaliteit van conservering, zowel voor als ook na monsternamen, zijn sterke wisselingen in vochtigheidsgraad.

Slechts bij uitzondering zijn resten van mijten of insecten met het blote oog waarneembaar tijdens een opgraving. Dit betreft dan meestal concentraties van vliegenpoppen (bijvoorbeeld in graven of beerputten) of dekschilden van grote kevers. In iedere afzetting kunnen echter de microscopische resten van geleedpotige dieren worden aangetoond. Uiteraard bestaan er wel grote verschillen in dichtheid, kwaliteit van conservering en daarmee bruikbaarheid

van de aanwezige fauna's. Als vuistregel kan binnen de Nederlandse archeologie worden aangehouden dat nattere, lager gelegen afzettingen eerder bruikbare monsters zullen opleveren dan hogere, drogere afzettingen. In sommige gevallen zijn arthropodenresten verkoold of gemineraliseerd en zijn dan nog redelijk te identificeren.

Naast het nemen van grondmonsters is er een aantal specifiekere mogelijkheden om geleedpotigen te verzamelen binnen een archeologische context. Zo kunnen er tussen de tanden van kammen en in plukken haar of textiel resten van (parasitaire) insecten worden gevonden en ook op of in menselijke resten zijn resten van allerlei informatieve organismen te vinden.

### Onderzoek

Onderzoek aan resten van geleedpotigen kent veel mogelijkheden. Enerzijds is er informatie te verkrijgen over klimaat en landschap, waarbij met behulp van gevleugelde insecten ook relatief snelle veranderingen daarin kunnen worden gedetecteerd. Anderzijds kunnen mijten, ongevleugelde insecten en insectenlarven informatie geven over omstandigheden op zeer kleine schaal. Doordat er erg veel soorten geleedpotigen zijn en doordat ze leven onder zeer uiteenlopende en vaak zeer specifieke omstandigheden, kan ook de informatie op allerlei zaken betrekking hebben en ook zeer specifiek zijn. Bijvoorbeeld: roofmijten in mest over

de producent ervan, voorraadinsecten over omstandigheden van voedselopslag, ectoparasieten zoals luizen en vlooien over hun gastheer, vliegpoppen en andere insecten over de omstandigheden tijdens en voorafgaande aan een inhumatie (vergelijk forensische entomologie). Op deze wijze kunnen de resten van geleedpotigen extra informatie verschaffen over veeteelt- en landbouwtechnieken en daarmee ook over de voedsel-economie, maar bijvoorbeeld ook over materiaalgebruik en leefomstandigheden. Behalve dat we mijten en insecten gebruiken als indicatoren, speelden ze vaak ook een belangrijke rol in het leven van de mens: als plaagdier voor de eigen gezondheid, in de dierlijke en plantaardige productie, in de opslag, en in gebruikte materialen, maar soms ook als voedsel of als medicijn.

Het reguliere onderzoek leidt normaal gesproken voor elk monster tot een al dan niet (semi-) kwantitatieve soortenlijst van een of meer diergroepen. In combinatie met andere gegevens is dit de basis voor interpretaties.

Opmerkingen met betrekking tot bijvoorbeeld conserveringstoestand of fragmentatie patronen kunnen in een later stadium nuttig zijn bij het interpreteren van tafonomische processen. In de praktijk blijkt het vrijwel ondoenlijk om niet te werken met een onderzoeksstrategie in twee stappen: eerst een waarderingsonderzoek gevolgd door een analysefase van (een selectie van) het materiaal.

De absolute ouderdom van chitineuze resten kan door middel van  $^{14}\text{C}$ -datering worden vastgesteld, waarbij als regel kan worden aangehouden dat

een object dateerbaar is met behulp van de versnellermethode zodra het met het blote oog zichtbaar is. Met behulp van de Mutual Climatic Range-methode kan voorts van grotere vondstcomplexen getracht worden de paleo-klimatologische gegevens te kwantificeren.

## VELDWERK

### **Bemonsteren**

Resten van geleedpotigen zijn in de eerste plaats te verzamelen door het nemen van daartoe geschikte bodemmonsters. Voor resten die geassocieerd zijn met andere vondsten zijn er andere procedures.

### **Bodemmonsters**

De verzamelwijze van de bodemmonsters wordt grotendeels bepaald door de vraagstelling(en) van het onderzoek en moet daarom van tevoren in overleg met de specialist worden besproken, zodat een adequaat bemonsteringsprogramma kan worden opgesteld. Synchronisatie en samenwerking met botanisch onderzoek blijkt daarbij in de praktijk efficiënt, aangezien de bemonsteringstechniek overeenkomt en bepaalde monsters voor beide onderzoeken zijn te benutten. Koppeling met archeozoologisch onderzoek van resten van gewervelden ligt minder voor de hand.

Hoewel resten van Arthropoden over het algemeen zeer klein zijn, is het van belang om een voldoende groot monster te verzamelen om voor een eventuele lage dichtheid of slechte kwaliteit van conservering te kunnen compenseren. Deze beide grootheden zijn echter in het veld niet vast te stellen. Hoe groot een monster precies moet zijn, is wel sterk afhankelijk van bovengenoemde factoren en van de organische rijkdom van de afzetting. Een monster van één liter uit een beerkuil zal soms al ruim voldoende materiaal opleveren, terwijl voor een slecht geconserveerde slootvulling 10 liter soms niet genoeg is. Als richtlijn kan een volume van 5 liter per monster worden aangehouden. Dit biedt tevens de mogelijkheid om hetzelfde monster ook nog te benutten voor bijvoorbeeld paleobotanisch onderzoek, visbotjes, diatomeeën, etc.

Het is van belang om zoveel mogelijk verschillende typen grondsporen te bemonsteren (kuilen, waterputten, beerputten, huisvloeren, sloten). Ook moet een poging worden gedaan de monsternamen af te stemmen op de vraagstelling. Dus bij een vermoedelijke mestlaag in een vermeend stalgedeelte ook monsters nemen in het vermeende woongedeelte en buiten het gebouw in bijvoorbeeld kuilvullingen.

De monsters moeten bij voorkeur worden genomen uit verse profielen of vlakken om de kans op contaminaties met recente Arthropoden te verkleinen. Om dezelfde reden is het beter om deze monsters te nemen tijdens windstil en bewolkt weer (deze voorwaarden zijn uiteraard lang niet altijd in de hand te houden). De monsters moeten goed verpakt worden, bij voorkeur in stapelbare plastic emmers van 5 of 10 liter, maar in ieder geval beschermd tegen uitdroging en binnendringen van recente organismen. De monsters dienen zowel een label in een plastic zakje in de emmer te krijgen als ook duidelijk op de buitenkant met een permanent marker te zijn gekarakteriseerd. De monsters worden onbehandeld aan een specialist overgedragen.

## **Vondstgeassocieerde monsters**

*Sommige resten van geleedpotigen zijn op een of andere wijze geassocieerd, gehecht aan, of zelfs gevangen in vondsten, als kammen, textiel, haar, menselijke resten, e.d. Als het gaat om het identificeren van parasieten is het formaat van het monster van ondergeschikt belang, hoewel het van belang is om de vondsten vrij ruim te bemonsteren. Dus liever een forse schep grond met wat haar of textiel erin dan proberen in het veld de resten vrij te prepareren. Hetzelfde geldt voor kammen of resten daarvan. Deze mogen in geen geval worden gespoeld, afgeborsteld of anderszins gereinigd worden. Ook deze monsters dienen goed afgesloten van de lucht te worden verpakt, bijvoorbeeld in meerdere plastic zakken. Van belang is daarbij ook dat de monsters verpakt worden in de vochtigheidsgraad die ze ook in het veld hadden, dus niet laten uitdrogen of onderdampelen, maar verpakken zoals ze gevonden zijn. Ook aan en in andere artefacten kunnen informatieve resten aanwezig zijn.*

*Perfect geconserveerde menselijke resten worden waarschijnlijk zo compleet mogelijk geborgen en in het laboratorium in overleg met allerlei specialisten bemonsterd. In dit geval moet niet nagelaten worden ook de bodem rond het lichaam ruim te bemonsteren. Ook voor minder goed geconserveerde resten, maar waar wel organisch materiaal bewaard is gebleven, is bemonsteren nuttig. Te denken valt aan de inhoud van maagdarkanaal (insectenresten blijven hierin perfect bewaard). Vooral bij resten met bijzondere vondstomstandigheden kunnen resten van Arthropoden veel informatie verschaffen over de omstandigheden voor en tijdens begraven, dan wel bewaard raken. In dit geval is het niet alleen belangrijk de bodem rond het lichaam ruim te bemonsteren maar ook de grond te bemonsteren die aan de resten gehecht is.*

## **Tijdelijke opslag**

*De richtlijnen voor de opslag van monsters voor geleedpotigenonderzoek zijn gelijk aan die voor monsters voor specifiek onderzoek zoals beschreven bij dierlijk materiaal (hoofdstuk 5).*

## **Overdracht aan specialist**

In overleg met de specialist dient te worden bepaald welke monsters in aanmerking komen voor een waarderingsonderzoek. Zoals de naam al suggereert richt dit onderzoek zich met name op de vraag welke waarde de monsters hebben voor de analyse van resten van geleedpotigen. Op basis van dit waarderingsonderzoek wordt vervolgens een basisrapportage waarderingsonderzoek opgesteld waarin de volgende vragen worden beantwoord:

- \* Zijn er resten van geleedpotigen bewaard in het materiaal?
  - \* Hoe is de dichtheid en conserveringstoestand van deze resten?
  - \* Welke toepassingsmogelijkheden bieden de gevonden resten?
- Meestal zal een waarderingsonderzoek worden uitgevoerd om te komen tot de selectie van de monsters die voor een verdere analyse in aanmerking komen. In de ideale situatie gebeurt dit al tijdens de opgraving, zodat de vraagstellingen en monsterstrategie kunnen worden

aangepast aan de bevindingen.  
Bij het overdragen van de monsters  
aan een specialist moeten de voor

de interpretatie noodzakelijke opgra-  
vingsgegevens, dateringen en con-  
textinformatie worden meegeleverd.

## Literatuur

Ashworth, A.C., P.C. Buckland & J.P. Sadler (eds.), 1997: *Studies in Quaternary Entomology - An Inordinate fondness for Insects, Quaternary Proceedings* 5. Chichester.

Elias, S.A. 1994: *Quaternary insects and their environments*. Washington/London.

## Adressen

IASE, Tom Hakbijl  
Identification and Advisory Services in  
Entomology  
(afd. Entomologie, Zoölogisch Museum,  
Universiteit van Amsterdam)  
Plantage Middenlaan 64,  
1018 DH Amsterdam  
tel.: 020-525 6529 / 6240  
fax: 020-525 6528  
e-mail: hakbijl@science.uva.nl  
URL <http://www-zma.bio.uva.nl/departments/entomol/IASEN.html>  
hoofdspecialisatie: kevers,  
voorraadplaagdieren en andere antropo-  
fiele insecten.  
nevenspecialisatie: spinnen, vliegenpop-  
pen, eventuele andere insecten, foren-  
sische archeologie.

ScaraB, Jaap Schelvis  
Alkumaheerd, Wirdumerweg 1,  
9917 PA Wirdum  
tel.: 0596 572985 of 06 23354289  
e-mail: scarab.schelvis@wxs.nl  
URL <http://home.wxs.nl/~scarab.schelvis/home.html>  
hoofdspecialisatie: mijten, ectoparasieten  
en mest-analyse  
nevenspecialisatie: haren van zoogdieren  
en endoparasieten.

# Archeologie

## 9. MENSELIJK SKELETMATERIAAL

### Aard en voorkomen

Menselijk skeletmateriaal kan in verschillende vormen worden aangetroffen. In inhumatiegraven ligt het skelet meestal in anatomisch verband in een graf. De houding in het graf kan sterk variëren. We maken onderscheid tussen primaire en secundaire inhumatiegraven. Primaire inhumatiegraven zijn graven waarin het intacte skelet wordt aangetroffen, zoals het werd gedeponeerd na het overlijden.

Secundaire inhumatiegraven worden gekenmerkt doordat er sprake is van een behandeling van het lichaam na het overlijden en voor de bijzetting. In het geval van een secundaire begraving liggen de delen van het skelet doorgaans niet meer in anatomisch verband.

Behalve inhumatiegraven komen ook crematiegraven voor. Na lijkverbranding kunnen de crematieresten op de brandplaats zijn achtergelaten ofwel in een urn of los in een kuil zijn bijgezet. Niet alle menselijke skeletresten worden aangetroffen in de context van een opzettelijke begraving. Lichamen kunnen zijn achtergelaten of achtergebleven zonder formeel te zijn begraven. Bovendien kunnen skeletelementen na deponeren in de bodem uit hun context zijn geraakt door diverse processen en activiteiten. Dergelijke skeletten zijn vaak incompleet en de teruggevonden delen kunnen vaatsporen, snijsporen, botbreuken en sporen van secundaire verbranding vertonen.

### Onderzoek

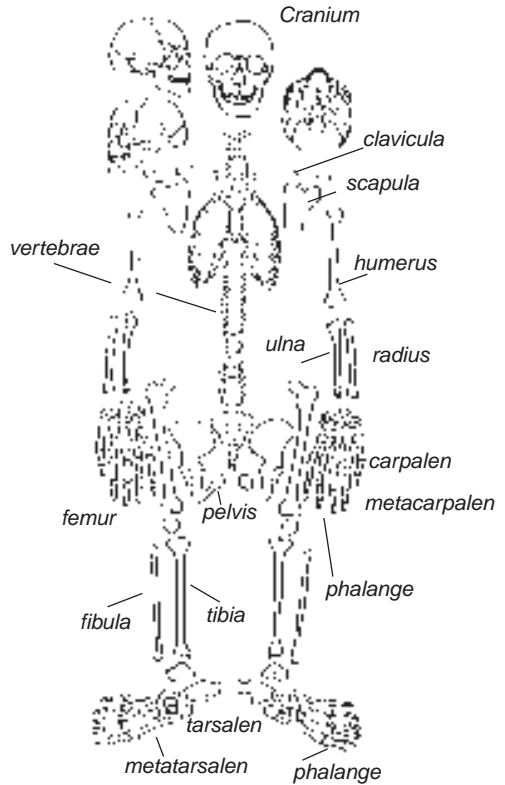
Uit het skelet kunnen gegevens over geslacht, leeftijd, lichaamslengte en pathologie afgeleid worden. Daardoor geeft het skeletmateriaal informatie over de demografie en gezondheid van vroegere populaties. Relaties met de voedsel economie en levenswijze zijn daarbij van belang. In samenhang met de archeologische context, zoals graftype en bijgaven, worden tradities in de behandeling van de dode belicht. Gegevens aangaande geslacht en leeftijd zijn van belang voor het onderzoek van de sociale en culturele aspecten van het grafritueel binnen een populatie en/of tussen verschillende populaties in ruimte en tijd.

Het onderzoek van menselijke skeletelementen is een onderdeel van de fysische antropologie. Het fysisch antropologisch onderzoek omvat de inventarisatie van de aanwezige skeletdelen, de bepaling van het geslacht en de schatting van leeftijd en lengte. Verder worden botmaten, niet-metrische variatie en eventuele pathologische veranderingen in het skelet gedocumenteerd. De beschrijving van crematieresten omvat eveneens gegevens over het gewicht, de fragmentatie en de verbrandingsgraad.

Skeletmateriaal kan ook benut worden voor specifiek onderzoek:

\* <sup>14</sup>C-datering: voor de bepaling van de absolute ouderdom van botmateriaal (verbrand en onverbrand); indien AMS meteen ook isotopen onderzoek koolstof en stikstof isotopen!

- \* DNA-onderzoek: voor de bepaling van genetische verwantschap en pathologisch onderzoek (monsternamen door of in overleg met specialist).
- \* Chemische analyse: onderzoek van stabiele isotopen en sporenelementen voor de bepaling van paleodieet, toxische belasting en herkomst (monsters voor biochemisch onderzoek afspreken met specialist).
- \* Entomologisch onderzoek: voor de studie van insecten uit de grafcontext (monsternamen door specialist).
- \* Microscopisch onderzoek: door middel van histologisch onderzoek is het eveneens mogelijk de biologische leeftijd van een individu te bepalen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de pijpbeenderen en de gebitselementen. Verder kan histologisch onderzoek toegepast worden om pathologische veranderingen in het skelet nader te onderzoeken (monsters hoeven niet in veld genomen te worden).
- \* Palynologisch onderzoek: regionale/lokale herkomst individu, bijvoorbeeld van bloemenbijgave in grafkuil (monsternamen door specialist).
- \* Röntgenologisch onderzoek: ter bepaling van de leeftijd bij overlijden en diagnose van pathologische veranderingen in het skelet.
- \* Aangezichtsreconstructie: om aan de hand van de schedel het aangezicht van personen uit het verleden te reconstrueren.



*Menselijk skelet met de benaming van enkele skeletonderdelen.*



## VELDWERK

### **Verzamelen; algemeen**

De verzamelwijze van menselijke resten wordt bepaald door:

1. De vraagstelling(en) van het onderzoek. Bij het opstellen van het Programma van Eisen en/of voorafgaande aan het onderzoek dient een fysisch antropoloog te worden geraadpleegd. Dit om de onderzoeksvragen te formuleren en de daarbij behorende strategie van opgraven, registratie en bemonstering vast te stellen. Verder dient de fysisch antropoloog ook bij het veldwerk betrokken te worden.

2. Het karakter van de vondst. Het karakter van de vondst heeft gevolgen voor de verzamelwijze (zie dierlijk bot). Een losse vondst van een skeletelement wordt op een ander manier verzameld dan een compleet graf met skelet, een kuil met crematieresten of brandplaats met crematieresten. De vondst van incompleet menselijk skeletmateriaal is vaak wel een indicatie voor de aanwezigheid van menselijke begravingen in de onmiddellijke omgeving.

3. De conserveringstoestand. De conserveringstoestand van het materiaal wordt bepaald door de pre-depositionele processen en het kalk- en zuurstofgehalte van de bodem. Hoe meer kalk en hoe minder zuurstof, hoe beter de conservering. De zuurgraad speelt bij de conservering minder een rol, hoewel in zure contexten - zoals venen- de minerale component van het bot oplost, maar bijvoorbeeld huid en haar juist goed bewaard blijft.

Goed geconserveerd materiaal is stevig en compact en kan worden opgepakt zonder dat het uit elkaar valt. De buitenste laag van het bot is grotendeels onbeschadigd.

Matig geconserveerd materiaal lijkt stevig, maar valt bij het oppakken in diverse stukken uiteen. Delen van het bot zijn vergaan, de buitenste laag van het bot vertoont plaatselijk sporen van decompositie.

Slecht geconserveerd materiaal is zichtbaar bros of zacht, en verkrumeld of valt uit elkaar bij het oppakken. Grotere delen van het bot ontbreken, kleine delen van het skelet zijn compleet vergaan.

### **Verzamelen; werkwijze (begeleiding of uitvoering door fysisch antropoloog gewenst)**

#### **Ongeacht de conserveringstoestand**

1. De schedel en onderkaak dienen in zijn geheel gelicht te worden, liefst 'en bloc'
2. Scheid altijd de linker en de rechter ledematen en verzamel en verpak deze apart.
3. Grond uit de vulling van het graf dient te worden gezeefd (met name in de buurt van de handen, voeten en schedel).

#### **Goed geconserveerd materiaal**

Hiervoor is geen specifieke behandeling in het veld nodig. Verzamel en verpak de volgende skeletdelen apart: schedel en onderkaak, rompgedeelte, bekken, linkerarm/hand, rechterarm/hand, linkerbeen/voet en rechterbeen/voet.

### **Matig geconserveerd botmateriaal**

Een fysisch antropoloog doet fysisch antropologisch onderzoek in het veld. Dezelfde onderdelen als hierboven worden apart verpakt maar liefst 'en bloc' gelicht.

### **Slecht geconserveerd botmateriaal**

Overleg met specialist noodzakelijk om eventueel in het veld het bot te conserveren en voordien de nodige monsters te nemen. De fysisch antropoloog doet fysisch antropologisch onderzoek in het veld.

Het skelet wordt in z'n geheel of in bovengenoemde delen 'en bloc' gelicht.

### **Inhumatiegraven en crematiegraven**

Indien mogelijk moet de fysisch antropoloog in het veld bij de opgraving aanwezig zijn. Het graf, de grafkuil en het skelet dienen zorgvuldig opgegraven (in vlakken en/of kwadranten met duidelijke coupes en profielen) en gedocumenteerd te worden (spoornummers, vondstnummers, associatie vondsten in het graf en in grafveld, hoogtemetingen, etc) zodat de ligging achteraf eenduidig is te reconstrueren.

Tevens is het noodzakelijk dat:

1. De relatie tussen grondspoor en skelet (of crematieconcentratie) goed wordt vastgelegd. Zijn er grafgiften en waar liggen die ten opzichte van het skelet? Wat is de relatie tussen de diverse vondsten in het spoor?
2. Het graftype beschreven wordt inclusief eventuele verstoringen/oversnijdingen.
3. Er een tekening van het graf en het skelet wordt gemaakt in schaal 1:1 of 1:10.
4. Er een schematische tekening wordt gemaakt van het skelet en de context.
5. Er foto's worden gemaakt.
6. De ligging en de houding van het skelet wordt beschreven.
7. Er diverse grondmonsters (in overleg specialist) genomen worden uit de grafkuil en uit de omgeving van het graf (controlemonsters).
8. De eventuele aanwezige nier-/galstenen, haar-/nagelresten, hersenresten gedocumenteerd zijn en geborgen worden.
9. Het gebruik van conserveringsmiddelen wordt gedocumenteerd met name op welke delen van het skelet.
10. Er een registratiesysteem wordt bijgehouden betreffende de monsters die zijn genomen en door welke specialist.
11. Er een veldterminatie plaatsvindt met betrekking tot conservering, inventarisatie geslacht, leeftijd, lengte en pathologie.
12. Dat de diverse (vooral linker en rechter) skeletonderdelen apart verpakt zijn.
13. Dat urnen met crematieresten pas in het laboratorium door de specialist geleegd worden.
14. Indien het skelet zal worden gebruikt voor expositie is het zaak om het skelet zo min mogelijk vrij te leggen, maar 'en bloc' te lichten in overleg met de fysisch antropoloog.

## **Bemonsteren**

Voorafgaand aan het onderzoek moet een bemonsteringsprogramma worden opgesteld in overleg met de specialist. Monsters ten behoeve van de specifieke onderzoekstechnieken, die boven besproken zijn, worden genomen in overleg met de diverse specialisten.

Voor DNA-onderzoek geldt dat de persoon die het monster neemt steeds wegwerphandschoenen moet dragen. De handschoenen moeten vervangen worden bij aanraking van een ander skelet. Ook is aan te raden een mond-en hoofdkapje te dragen om contaminatie met speeksel en huidschilfers te voorkomen. Van elk skelet zijn drie schachtfragmenten van de pijpbeenderen en drie kiezen nodig. De monsters mogen niet met water of een conserveringsmiddel in aanraking komen. De monsters moeten verpakt worden in papieren zakjes of enveloppe (niet met speeksel dichtplakken maar met plakband). In elk zakje/enveloppe mag slechts één monster verpakt worden. De monsters op een droge plaats op kamertemperatuur bewaren.

## **Reinigen, drogen (nummeren) en bewerken van botmateriaal**

### **Goed geconserveerd botmateriaal**

Het met de hand verzamelde materiaal indien nodig wassen en voorzichtig borstelen met een borstel die zachter is dan het botmateriaal. Vochtig of nat gereinigd materiaal aan de lucht op kamertemperatuur laten drogen; grote temperatuurschommelingen vermijden. Indien men kiest om individuele beenderen te nummeren, dan dient het vondstnummer op een duidelijke, maar niet al te zeer in het oog springende plaats te worden aangebracht.

### **Matig en slecht geconserveerd botmateriaal**

Deze 'en bloc' gelichte delen worden niet gewassen, maar langzaam gedroogd (zie hierboven) en indien uitgehard verder uitgerepareerd en eventueel geconserveerd.

## **CreMATIERESTEN**

CreMATIERESTEN die los werden aangetroffen of afkomstig zijn uit een brandkuil worden gewassen boven een zeef met een maaswijdte van 1mm en aan de lucht gedroogd, zoals boven beschreven. CreMATIERESTEN in urnen blijven in de urn om door een specialist verder te worden behandeld.

## **Tijdelijke opslag**

De opslag kan het beste plaatsvinden in een donkere ruimte met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Om schimmelvorming te voorkomen dient een hoge luchtvochtigheid te worden vermeden). Het materiaal alleen stapelen wanneer de verpakking dat toelaat. Controleer gedurende de opslag of de conditie van het botmateriaal stabiel is. Bij de opslag van kwetsbaar materiaal, gedurende langer dan een maand dient een specialist geraadpleegd te worden.

Monsters voor specifiek onderzoek opslaan in een donkere ruimte met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Bij de opslag gedurende langer dan een maand

dient een specialist geraadpleegd te worden.

De totale duur van de tijdelijke opslag (dus vanaf het moment van verzamelen tot aan het moment van aanleveren aan een definitief depot) is maximaal twee jaar. Binnen deze periode moet het materiaal dus ook zijn geanalyseerd.

### Overdracht aan specialist

Bij de overdracht van het skeletmateriaal aan de fysisch antropoloog of de onderzoeker van specifieke mon-

sters moeten de voor de interpretatie noodzakelijke gegevens, dateringen en contextinformatie worden meegeleverd.

### Literatuur

Bass, W.H., 1979: *Human Osteology*. Columbia.

Brothwell, D.R., 1981: *Digging up Bones*. Oxford.

Ubelaker, D.H., 1984: *Human Skeletal Remains*. Washington D.C.

Workshop of European Anthropologists, 1980: Recommendations for Sex and Age Diagnosis of Skeletons, *Journal of Human Evolution* 9, 517-549.

### Adressen

Liesbeth Smits

Kerkstraat 305, 1017 GZ Amsterdam

tel.: 020-6224890

e-mail: ancientbones@hetnet.nl

Universiteit van Amsterdam

Amsterdam Archeologisch Centrum

Nieuwe Prinsengracht 130, 1018 VZ Amsterdam

tel.: 020-5255839

e-mail: L.Smits@frw.uva.nl

Maja d'Hollosy

Lepelstraat 13, 1018 XK Amsterdam

tel.: 020-6231087

e-mail: m.ld-hollosy@freeler.nl

Raphael Panhuysen

Barge's Anthropologica

Anatomie/LUMC

Postbus 9602, 2300 RC Leiden

tel.: 071-5276674

e-mail: panhuysen@lumc.nl

e-mail: Raphael@ision.nl

Conserveringslaboratorium dat ook diensten in het veld verricht:

Archeoplan

Oude Delft 224, 2611 HJ Delft

tel.: 015-2145295

## 10. LEER

### Aard en voorkomen

Onder leer word een dierlijke huid verstaan, die op een of andere wijze behandeld is om bederf tegen te gaan. In de praktijk zal de archeoloog in Noordwest-Europa uitsluitend met plantaardig geloid leer te maken hebben, aangezien andere methoden niet water bestendig zijn en dus in ons klimaat zelden bewaard blijven. In enkele bijzondere situaties (bijvoorbeeld in grafkelders of onder kerkvloeren) kan leer droog bewaard zijn. De handelswijze is in dat geval gelijk aan dat van droog textiel.

In principe kunnen lederen voorwerpen verwacht worden in alle anaerobe, vooral waterrijke milieus (ophogingslagen, terpen, diepe kuilen, grachten, oude rivierlopen, aanplantingen en stadsuitbreidingen). Er zal, bij het graven in dergelijke situaties, van begin af aan rekening gehouden moeten worden met de speciale eisen aangaande reiniging, conservatie en opslag van organische materialen (leer, hout, textiel), ook op de opgraving zelf. Al deze materialen moeten onmiddellijk behandeld worden, en kunnen niet 'voorlopig' in een bak water gelegd worden. De projectleider zal het verwerkings-traject vooraf al goed voor ogen moeten hebben. Bij de financiële planning voor ieder onderzoek in waterrijke milieus (*waterlogged conditions*) zal een vast percentage van de begroting bij voorbaat gereserveerd moeten worden voor conservering, opslag en bestuuring van organische materialen. De ervaringen in London leren dat

deze reserve in de orde van gootte is van 10-20%.

### Onderzoek

Leer is het plastic van de oudheid en werd voor allerlei doeleinden gebruikt. De zeer gevarieerde voorwerpen - maar ook het productieafval - geven inzicht in de materiële cultuur, de aard van de nederzetting, de organisatie van productie en nijverheid, welvaart en handelsrelaties. Het meest voorkomend product is lederen schoeisel, dat in zowel de Romeinse Tijd als de Middeleeuwen goed te dateren is en tevens informatie over bevolking, gezondheid en status verschaft. In de Romeinse Tijd word leer veelvuldig gebruikt voor militaire doeleinden, zoals tenten, paardentuig, zadels, hoezen voor schilden en andere militaire uitrusting. In de Middeleeuwen komen riemen, beurzen, zwaard- en messcheden, etuis voor boeken, brillen en dergelijke naast het schoeisel veelvuldig voor. Bij het legen van waterputten moet rekening gehouden worden met rituele deposities van schoeisel.

Determinatie van de diersoorten levert informatie op over veehouderij. Momenteel is het nut van chemisch onderzoek aan leer niet bewezen bij nat materiaal. Bij droog leer dient men de specialist te raadplegen over onderzoeksmogelijkheden. Het onderzoek van leer richt zich op identificatie van voorwerpen, kwantitatieve analyse van omvangrijke vondstgroepen en interpretatie binnen een culturele context.

## VELDWERK

### **Verzamelen; algemeen**

*In beginsel moeten lederen voorwerpen in dusdanige toestand bewaard worden dat zij beschikbaar blijven voor toekomstig onderzoek. Leer komt zelden in zulke hoeveelheden voor dat bemonsteren zinvol is en in principe is selectie tijdens de opgraving af te wijzen. Overleg eventueel vooraf met een materiaal-specialist, zodat zinvolle keuzes gemaakt worden.*

*Houd rekening met het feit dat ongeconserveerde organische resten potentieel schadelijk zijn voor de gezondheid (schimmels, sporen, enz). Het materiaal is ook kwetsbaar en bij minimale uitdroging treedt krimp op.*

### **Verzamelen; werkwijze**

*Voorkom uitdroging: dek het leer af met plastic folie als het niet onmiddellijk geborgen wordt.*

*Licht het leer zo veel mogelijk als één pakket samen met het aanhangend vuil. Zichtbaar complete voorwerpen moeten individueel verpakt worden. Grote voorwerpen kunnen ondersteuning nodig hebben.*

*Leer uit beerputten en graven slechts aanraken met handschoenen aan: in sommige gevallen zal ook verdere bescherming van neus en mond nodig zijn.*

*Materiaal per context registreren en opbergen. Bij waterputten, kuilen en grachtvullingen is het belangrijk de positie aan te geven (minimaal onder-, midden- en bovenlaag). Bij ophogingslagen met dikke pakketten leer kan in overleg met de specialist vastgesteld worden hoe en wat het beste verzameld kan worden om zodoende toch het maximum aan informatie te behouden (bijvoorbeeld vondsten per dagdeel apart houden).*

*Bij zeer fragiele of zeldzame voorwerpen is het raadzaam om foto's en schetsen van de veldsituatie te maken.*

*Ledervondsten moeten onmiddellijk goed vochtig worden verpakt in dubbele geselde plastic zakken (niet met plakband dicht geplakt), label (watervaste inkt!) apart in een gesloten mini-grip zakje toevoegen. Verwijder zo veel mogelijk lucht uit de zak.*

*Leer uitsluitend op de opgraving reinigen, indien direct tot conservering wordt overgegaan. Leer kan -boven een zeef- in stromend water worden schoongemaakt. Schoongemaakt leer moet in nieuwe plastic zakken (met nieuwe labels) worden verpakt. Opslag in natte staat mag nooit langer dan twee jaar duren.*

### **Tijdelijke opslag**

*Bewaar de zakken in afgesloten plastic containers op een koele, donkere plek. Voor middeleeuws (en later) materiaal is invriezen (met aanhangend vuil) een optie, maar is voor Romeinse vondsten af te raden. Eenmaal ontdooid, nooit weer invriezen (!), vanwege de veroorzaakte schade aan de celstructuur.*

*Vanwege gezondheidsrisico's is het af te raden om chemische of schimmelwerende middelen te gebruiken.*

## Overdracht aan specialist

De vondstgroep moet in zijn geheel aan een specialist worden overgedragen, inclusief relevante informatie (spot dates, tekeningen, foto's, etc.). Sluit een vondstenlijst bij het materi-

aal zodat de specialist ontbrekende nummers kan opsporen. Wegens de gezondheidsrisico's en het behoud van het materiaal moet leer geconserveerd worden voordat het aan de specialist overhandigd wordt.

## Literatuur

Cowgill, J., M. de Neergard en N. Griffiths 1987: *Knives and Scabbards. Medieval Finds from Excavations in London I*. Londen.

Driel-Murray, C. van 1990: 'Zwaardscheden en andere vondsten uit de 14de eeuw uit de Marktenroute te Leiden', *Bodemonderzoek in Leiden Jaarverslag 1988/89*, p. 153-201.

Goubitz, O. W., Groenman van Waateringe en C. van Driel-Murray 2001: *Stepping Through Time. Archaeological footwear from prehistoric times until 1800*. Zwolle.

Grew, F. en M. de Neergard 1988: *Shoes and Pattens. Medieval Finds from Excavations in London II*. Londen.

## Adressen

J. Nientker  
ROB  
Postbus 1600  
3800BP Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
e-mail: j.nientker@archis.nl

C. van Driel-Murray  
AAC  
Nieuwe Prinsengracht 130  
1018 VZ Amsterdam  
tel.: 020-5255830  
e-mail: c.v.driel@frw.uva.nl

Conserveringslaboratorium  
dat ook diensten in het veld  
verricht:  
Archeoplan  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295



*Knoopplaatsje, 14de - 15de eeuw.  
Tekening: O. Goubitz*

# Archeologie



## 11. TEXTIEL

### Aard en voorkomen

Onder bijzondere omstandigheden, afhankelijk van de zuurgraad en de relatieve vochtigheid in de bodem, kan textiel bewaard blijven. Textilia, gemaakt van zowel plantaardige (linen, katoen) als dierlijke (wol en zijde) vezels, kunnen onder extreem droge omstandigheden (graven, holtes in bouwwerken) min of meer intact blijven. In de overwegend zure en natte bodems daarentegen blijven alleen de dierlijke vezels bewaard. Plantaardige weefsels blijven in Nederland verder alleen bewaard indien zij in zeer kalkrijke omgeving door mineralisatie verhard (beerputten met mortelresten). In vroegmiddeleeuwse graven op de zandgronden kan textiel (indirect) bewaard blijven in de oxidatielaag van een metalen voorwerp dat als bijgift aan de dode is meegegeven. Tijdens het eeuwenlange verblijf in de bodem wordt het meeste textiel aangetast door bacteriën en schimmels. Bovendien werd textiel vaak verknipt tot kleinere stukken. Hierdoor worden alleen relatief kleine fragmenten opgegraven. Grote stukken zoals herkenbare kledingstukken treft men voornamelijk aan onder natte omstandigheden (gracht, veen) of in droge graven in kerken.

### Onderzoek

Hoewel kleding naast voedsel tot de basisbehoeften van de mens behoort, is vanwege de grote vergankelijkheid van het materiaal maar weinig bekend over kleding in

de pre- en protohistorie. In musea treft men alleen kleding aan vanaf de zeventiende eeuw. Het betreft hier kleding van de hogere standen of kleding van historisch bekende personen. Kleding van de gewone man ontbreekt. Deze werd destijds eindeloos hersteld en/of verknipt tot kleinere stukken bruikbaar voor andere kleding. Veel textiel eindigde als poetslap.

Gezien de geringe kans dat textiel wordt aangetroffen, is het noodzakelijk dat ieder fragment wordt onderzocht, ook de kleinste snipper. Men kan al veel informatie halen uit 1 cm<sup>2</sup>. Van iedere textielvondst wordt het verwerkte materiaal onderzocht. Bij luxe weefsels kan men metaaldraden, al dan niet geoxideerd, vervaachten. Verder wordt onderzocht welke vervaardigingstechniek(en) toegepast zijn: viltmaken, spinnen, weven, vlechten, breien, borduren, naaien, etc. Dankzij onderzoek van textiel door de eeuwen heen kan men ontwikkelingen in toegepaste materialen en technieken onderzoeken. Bij grotere stukken kan men kleding reconstrueren. Het voorkomen van kostbare weefsels verschaft informatie over handel en status.

Indien men een opgraving gaat opstarten in een gebied waar men veel organisch materiaal verwacht, dient men bij de (financiële) planning rekening te houden met conservering en bestudering van textielvondsten aangezien, textiel vrij snel na

de opgraving behandeld moet worden (zo kan binnen enkele dagen/weken schimmelgroei optreden).

Wil men specifieke onderzoekstechnieken toepassen dan dient men vóór reiniging speciale maatregelen te treffen.

*Schematische weergave van de weefselbindingen.*

*1a. Effenbinding (één op, één neer).*

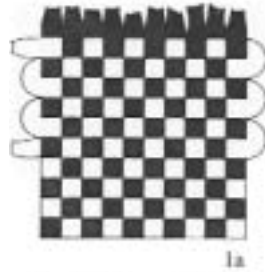
*1b. Ribsbinding (twee op, twee neer; de bindingspunten liggen boven elkaar).*

*2a. Driebindige keper: K 2/1 (de kettingdraad gaat eerst over twee en dan onder één inslagdraad; de bindingspunten verschuiven steeds een draad).*

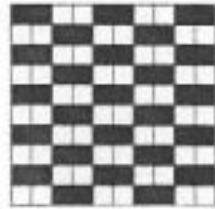
*2b. Driebindige keper: K 1/2 (de kettingdraad gaat eerst over één en dan onder twee inslagdraden; de bindingspunten verschuiven steeds een draad).*

*2c. Vierbindige of gelijkzijdige keper: K 2/2 (de kettingdraad gaat over en onder twee inslagdraden).*

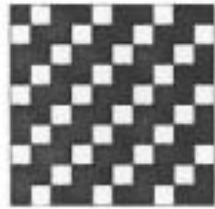
*(uit: BOORbalans 3. Archeologisch onderzoek in het tracé van de Willemsspoortunnel te Rotterdam. Rotterdam, 1997)*



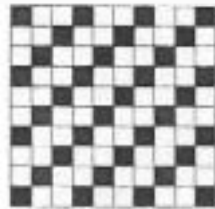
1a



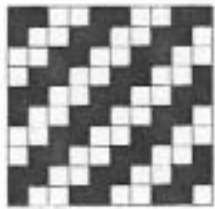
1b



2a



2b



2c

Archeologie

## VELDWERK

### Verzamelen; algemeen

*In principe wordt al het textiel verzameld. Tot nu is nog zo weinig bekend over archeologisch textiel dat iedere vondst als 'bijzondere vondst' kan worden gekarakteriseerd.*

*Zodra men leer aantreft tijdens een opgraving moet men bedacht zijn op de aanwezigheid van textiel. Textiel is echter in de bodem minder goed zichtbaar en veel kwetsbaarder dan leer: de conserveringstoestand is meestal (zeer) slecht.*

### Verzamelen; werkwijze

- \* *Ziet men draden of een weefsel uit de grond steken tracht dan eerst vast te stellen hoe groot en hoe stevig de vondst is.*
- \* *Betreft het een vondst van meerdere stukken die bij elkaar horen, bijvoorbeeld delen van een kledingstuk waarvan het naaigaren is vergaan, maak dan in het veld een schets en/of foto van de ligging.*
- \* *Verpak een zichtbaar compleet voorwerp in één zak.*
- \* *Indien duidelijke kleuren of geoxideerde metaaldraden zichtbaar zijn, dan moeten er kleurenfoto's van textiel in situ gemaakt worden.*
- \* *Indien de vondst niet direct geborgen kan worden dan afdekken met plastic folie om uitdrogen te voorkomen.*

### Werkwijze bij natte/vochtige textielvondsten

- \* *Indien de vondst stevig genoeg is kan deze met aanhangende grond opgetild worden en vlak in een plastic zak gestopt worden. Is het textiel nat dan de zak in een extra plastic zak stoppen.*
- \* *Is het textiel te zwak, dan het textiel met aanhangende grond op een harde ondergrond van stevig plastic (geen hout of metaal) schuiven.*
- \* *Geen chemische of schimmelwerende middelen toevoegen (gezondheidsrisico).*
- \* *In alle gevallen de lucht uit de zak persen en de zak(ken) dichtsealen. Vondstnummer apart met watervaste inkt noteren op een opgeplakt etiket of los kaartje/label. Kaartje/label apart opbergen in gesloten mini-grip zakje en dan in de zak met textielvondst stoppen.*

### Werkwijze bij droge textielvondsten (uit bijvoorbeeld graven in kerken)

- \* *Werk in verband met gezondheidsrisico's alleen met beschermende kleding (stofkapje, plastic handschoenen en/of overige beschermende kleding).*
- \* *Noteer in het veld de ligging van het textiel (rechterkous, achterpand van jas, etc.).*
- \* *Indien de vondst stevig genoeg is, kan deze met aanhangende grond opgetild worden en vlak in een plastic zak gestopt worden.*
- \* *Is het textiel te zwak, dan het textiel met aanhangende grond op een harde ondergrond van stevig plastic (geen hout of metaal) schuiven.*
- \* *Indien de vondst in zeer goede staat is kan men in het veld voorzichtig met zacht kwastje het gruis verwijderen. Het textiel vlak in een plastic zak stoppen,*

zak open houden: niet dichtsealen om condensvorming en schimmelgroei te voorkomen. Vondstnummer apart met watervaste inkt noteren op een opgeplakt etiket of los kaartje/label. Kaartje/label apart opbergen in gesloten mini-grip zakje en dan in de zak met textielvondst stoppen.

### **Werkwijze bij droge textielvondsten (uit bijvoorbeeld vroegmiddeleeuwse graven op de zandgronden)**

\* Indien men in een vroegmiddeleeuws graf metalen bijgiften aantreft die geoxideerd zijn, dan kan men in de oxidatielaag (afdrukken) van textielresten verwachten. Documenteer direct bij het tekenen welke zijde van het object boven ligt (beschrijving op zakje, foto?). Alleen dan is het mogelijk om te bepalen of het textiel afkomstig is van een lijkdoek gelegen over het metalen object of van een kledingstuk gelegen onder het metalen object.

### **Bemonsteren**

Aangezien het textiel meestal, zeker in vochtige toestand, zeer kwetsbaar is, is het niet zinvol om speciaal monsters te nemen voor textielonderzoek. Wel moet men tijdens de verwerking van grond/zeefmonsters ten behoeve van plantaardige en/of dierlijke resten bedacht zijn op textielvondsten. Bij zeefmonsters uit bijvoorbeeld beerputten kan men vondsten tegenkomen die men niet met de hand kan verzamelen. Zo is de kans groter dat men in zeefmonsters bijvoorbeeld losse garens en knopen aantreft. Ook is het mogelijk dat men dan fragmenten vindt van zwakke textilia die relatief snel in kleine stukjes uiteenvallen.

### **Eisen vanuit specifieke onderzoekstechnieken**

Voordat men de vondsten gaat reinigen en conserveren moet men vooraf beslissen of men op korte termijn speciale onderzoekstechnieken gaat gebruiken. Voor alle onderzoekstechnieken geldt dat men het textiel niet reinigt of impregneert met conserveringsmaterialen. Dit geldt voor:

<sup>14</sup>C-datering. Het textiel kan door middel van <sup>14</sup>C-onderzoek gedateerd worden.

Dit is voornamelijk toepasbaar bij prehistorische vondsten, indien men het textiel niet op grond van begeleidende vondsten kan dateren.

Kleurstofanalyse.

Wolfinheidsmetingen. Door behandelen met conserveringsmiddelen kunnen de vezels gaan zwellen, waardoor de oorspronkelijke vezeldikte niet meer gemeten kan worden.

Metaalonderzoek. Onderzoek van metaaldraden.

Röntgenonderzoek. Zinvol indien een skelet met kleding wordt aangetroffen of als men meer wil weten over de inhoud van een roestklomp bedekt met textiel.

### **Reinigen en drogen**

Voor alle textielvondsten geldt dat deze niet in het veld gewassen kunnen worden: het risico dat het textiel uit elkaar valt of dat details omtrent versiering of de voering vergaan is te groot. Het verdient aanbeveling zo snel mogelijk contact op te nemen met een materiaaldeskundige om over de behandeling van de textilia te spreken.

### **Tijdelijke opslag**

#### **Vochtig/nat textiel**

Voor vochtig textiel geldt, net als voor de overige organische vondsten, dat de plastic zakken in een donkere ruimte moeten worden opgeslagen met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Voorkomen moet worden dat de zakken met textiel teveel op elkaar gestapeld worden. In verband met lekkage en/of schimmeligroei, dient het vondstmateriaal regelmatig gecontroleerd te worden.

Indien het textiel een onderdeel vormt van een object waarin ook hout, leer of metaal is verwerkt, dienen deze objecten met voorrang behandeld te worden in overleg met de desbetreffende restauratoren.

#### **Droog textiel**

Aangezogen droge textilia uit graven in kerken altijd gekreukeld/geplooid zijn, dienen deze resten niet gestapeld te worden om breuken te voorkomen. Zorg altijd voor voldoende hoogte tussen meerdere lagen textiel of berg ze apart op in verschillende dozen. Ook voor dit textiel geldt: bewaren in donkere ruimte met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Regelmatige controle op schimmeligroei is noodzakelijk.

#### **Reinigen vochtige/natte vondsten**

Alleen indien het textiel stevig genoeg is, kan men in een werkruimte/laboratorium het textiel reinigen.

- \* Haal het textiel voorzichtig uit de zak: bekijk of stukken oorspronkelijk aan of boven elkaar bevestigd waren. Zo ja, noteer deze gegevens en probeer de bij elkaar horende stukken met een draad met een paar steekjes aan elkaar te naaien.
- \* Leg het textiel in bak met zacht leidingwater of gedemineraliseerd water (om latere kalkafzettingen op het textiel te voorkomen).
- \* Probeer de aanhangende grond voorzichtig te verwijderen.
- \* Spoel het textiel altijd twee keer na met gedemineraliseerd water.
- \* Na het reinigen moet het textiel zo vlak mogelijk, al dan niet onder (lichte) druk, gedroogd worden.
- \* Zowel het reinigen als drogen vereist regelmatige controle van de toestand van de vondsten (let op schimmeligroei).
- \* Pas als het textiel goed droog is kan een kleine textielvondst opgeborgen worden in een geperforeerd plastic minigrip zakje. Grote vondsten worden opgeborgen tussen zuurvrij papier.

### Overdracht aan specialist

In principe worden alle gevonden textilia overgedragen aan een specialist. Aangezien het onderzoek van archeologisch textiel een vrij kleine en relatief jonge discipline is in Nederland is de kans groot dat zich onder de vondsten nieuwe vervaardigingstechnieken bevinden. Bovendien zijn de aantallen textilia uit de prehistorie, de Romeinse tijd en de (vroeg) middeleeuwen zo

gering, dat men nauwelijks een volledig beeld heeft van textiel uit die perioden. Kortom, alles verzamelen en overdragen aan de specialist. Voor het (wetenschappelijk) onderzoek zijn gegevens over datering en vondstomstandigheden (losse vondst, opgraving, beerput, ophogingslaag, ligging in graf/grafkist, globale informatie over de overige vondsten) onontbeerlijk.

### Literatuur

- Boersma, F. (red.), 2000: *Op de keper beschouwd; handboek voor het behoud van textielcollecties*. Amsterdam.
- Comis, S.Y., 1990: Zijde voor arm en rijk, bodemvondsten uit de 13e - 18e eeuw. In: B. Brommer (red.), *Van kimono tot ruimtepak*. Helmond, 61-79.
- Gorp, P.J.M. van & A.J.G.M. Hombergen, laatste druk: *Textielwaren*. Groningen.
- Vons-Comis, S.Y., 1988: Een nieuwe reconstructie van de kleding van de 'Prinses van Zweeloo', *Nieuwe Drentse Volksalmanak* 105, 151-187.
- Vons-Comis, S.Y., 1990: De wollen kleding. In: W.A.B. van der Sanden (red.): *Mens en moeras, veenlijken in Nederland van de bronstijd tot en met de Romeinse tijd*. Assen, 181-197.

### Adressen

Mw. S.Y. Comis  
Planciusplantsoen 10-I,  
2253 TR Voorschoten  
tel.: 071-5769439  
e-mail: archeologisch.textiel  
@wanadoo.nl

Conserveringslaboratorium dat ook  
diensten in het veld verricht:  
Archeoplan  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295

Mw. J.A. Zimmerman  
Aldringaweg 20,  
9892 PG Feerwerd  
tel.: 0594-621965  
e-mail: hannazim@planet.nl

# Anorganische materialen

## 12. METAAL

### Aard en voorkomen

Metaal wordt onder toevoeging van energie uit delfstoffen verkregen. Als gevolg hiervan is het een in wezen instabiele materiaalgroep die geneigd is om weer tot de oorspronkelijke toestand, die van erts, te vergaan.

Als gevolg van (elektro)chemische processen zijn metalen in de bodem onderhevig aan corrosie. De aard en mate van corrosie is afhankelijk van een groot aantal variabelen in de bodemgesteldheid en in de eigenschappen van het metaal. De belangrijkste variabelen in de bodem zijn: de zuurgraad en het vochtgehalte van de bodem, de hoeveelheid en aard van de aanwezige ionen, de doorlaatbaarheid van de bodem en daarmee de snelheid van uitwisseling van ionen en gassen. Wat het object betreft zijn de homogeniteit van de samenstelling, de oppervlakteruwheid en het oxidatiepotentiaal van het metaal de belangrijkste factoren. Het snelste verval vindt plaats in een relatief droge, zandige en goed doorlatende bodem. Metaal blijft het best behouden in een bodem die nat, compact en rijk aan organische bestanddelen is. In deze omgevingstypen ontstaan respectievelijk aërobe en anaërobe corrosiepatronen.

Voor metaal van de zeebodem geldt in grote lijnen hetzelfde als voor vondsten van het land. Materiaal dat zich onder water onder lagen organisch materiaal bevindt, zal een corrosiepatroon vertonen dat vergelijkbaar is

met dat van een anaërobe omgeving, met dien verstande dat de maritieme omgeving door het hoge zoutgehalte (chlor) een meer agressievere corrosie te zien geeft.

Van metaal zijn in de oudheid tal van producten vervaardigd. Bij archeologisch onderzoek kunnen metalen objecten als verloren object, afval, productierestant of in de vorm van bijgaven in begravingen aangetroffen worden.

### IJzer

- In een zuurstofrijke omgeving vormt zich op ijzer een dikke laag corrosie in de vorm van ijzerhydroxide. Het object wordt in een relatief hoog tempo in corrosiemateriaal omgezet. Na het opgraven kan door een wisselwerking met atmosferisch vocht en in deze laag aanwezige chloride-ionen een kristalomzetting plaatsvinden. Doordat de gehele corrosielagen van de ijzeren kern afschilfert, wordt aan het object grote schade toegebracht. Aërobe corrosielagen zijn herkenbaar aan het grote volume en de bruine kleur. Door een tijdige conserveringsbehandeling kan het corrosiemateriaal op het object over het algemeen redelijk behouden worden.
- IJzer uit een anaërobe omgeving vertoont een dunnere corrosie die zwart van kleur is door de daarin voorkomende sulfiden en oxiden. Het gevaar van afschilferen is hier

minder aanwezig. Doorgaans is nog een goed gedetailleerd ijzeren object onder de corrosielaag aanwezig.

- Bij gietijzer vormt zich in nagenoeg elke bodem corrosie tussen de kristallen van het materiaal. Gietijzer is daardoor niet gemakkelijk te stabiliseren.

### **Koperlegeringen**

Koper wordt meestal als brons (geleerd met tin) of messing (geleerd met zink) aangetroffen, maar ook objecten van zuiver koper komen voor.

- In een goed beluchte bodem ontstaat aan koperlegeringen een weinig stabiel corrosiepatroon, vooral als er veel chloor in de bodem aanwezig is. Meestal bestaat de corrosie uit een egale donkergroene laag van carbonaten die hier en daar doorbroken wordt door licht blauwgroene puisten waar koperchloride te zien is: putcorrosie. Bij onoordeelkundige conservering en deponering kan bij dit materiaal later de zogenaamde bronspest ontstaan.
- In een anaërobe omgeving ontstaan op koperlegeringen voornamelijk corrosieproducten die in water oplosbaar zijn. Hierdoor wordt het object als blank metaal gevonden. Deze vorm van verval wordt ook wel moor-patina genoemd. Uiteindelijk kan het object geheel in de bodem oplossen.

### **Lood en tin**

Lood en tin zijn redelijk bestand tegen bodeminvloeden.

- In een aërobe omgeving ontwikkelt zich op beide metalen een laag grijze corrosie die voornamelijk uit carbonaten bestaat.

- In een anaërobe omgeving ontstaat een zeer dunne laag van zwarte sulfiden. Lood en tin komen vaak met elkaar in legering voor.

Tin kan door tinpest aangetast worden. Bij dit nog niet geheel begrepen vervalpatroon wordt het metallische tin omgezet in een lossere kristalstructuur die weinig samenhang heeft. Tinpest ontstaat alleen bij temperaturen beneden 13 graden Celsius, doch waarnemingen van ontstaan ervan bij temperaturen beneden het vriespunt zijn niet bekend. Waarnemingen van het ontstaan van tinpest in de bodem zijn zeer zeldzaam.

### **Zilver**

Hoewel zilver een tamelijk edel metaal is, verdraagt het een verblijf in de bodem slechter dan bijvoorbeeld lood of tin.

- In een luchtige bodem ontstaat een grijze laag zilverchloride. Dit materiaal is lichtgevoelig en verkleurt daardoor in korte tijd naar paars. Niet zelden is het object sterk aangetast.
- In een anaërobe bodem vormt zich op zilver een laag sulfide die relatief eenvoudig te verwijderen is en waaronder zich meestal nog een weinig aangetast object bevindt.

Zilver wordt vaak met koper gelegeerd waardoor een zilveren object met een groene koperoxide overdekt kan zijn en daardoor aanvankelijk abusievelijk voor koper aangezien wordt.

### **Goud**

Goud wordt door een verblijf in de bodem niet aangetast. Bij een laag goudgehalte kan door andere in de legering aanwezige componenten wel een corrosielaag ontstaan. Op goud



vormt zich vaak een bruine neerslag van ijzerzouten, die goed te verwijderen is.

Metaal wordt dikwijls in samenhang met andere materialen aangetroffen, wat voor verdere behandeling een complicerende factor is. In voorkomende gevallen laat men de behandeling van het meest kwetsbare materiaal prevaleren. Op metalen objecten worden geregeld gemineraliseerde restanten van vergane organische materialen waargenomen, bijvoorbeeld van hout, textiel of leer. Omdat materiaal zeer informatief is, moet hiermee zeer voorzichtig worden omgesprongen.

### Onderzoek

Metaal is in de oudheid een materiaal dat moeilijk te winnen en daardoor kostbaar was. In een cultuur worden van metaal dikwijls objecten vervaardigd die karakteristiek zijn voor beroepsuitoefening, huishouden en rituelen. Eenmaal opgegraven kunnen zij veel informatie verschaffen over vroegere maatschappelijke structuren. Ook geven zij inzicht in de ontwikkeling van de (vervaardigings-)techniek. Vaak zijn deze objecten aan een duidelijke vormontwikkeling onderhevig wat een gebruik als dateringsmateriaal mogelijk maakt. Vooral munten vormen een betrouwbare en relatief eenvoudig te raadplegen dateringsbron.

Omdat metalen objecten in grote aantallen bij opgravingen aangetroffen worden, dient eerst een selectie toegepast te worden. Hierbij wordt voor elk object bepaald of het voldoende informatie geeft om een individuele

gang door het onderzoekstraject te rechtvaardigen. Dit houdt in dat het object bij het onderzoek beschreven en afgebeeld zal worden en dat het naderhand ter verificatie op te sporen moet zijn. Een dergelijk object van hoge informatiewaarde krijgt daarom een uniek vondstnummer en wordt, indien mogelijk, geconserveerd. Objecten van een lagere informatiewaarde worden bij verder onderzoek niet individueel behandeld, maar hooguit per spoor als groep beschreven, gewogen of gemeten. De selectie van het materiaal wordt gemaakt door de veldarcheoloog, in samenwerking met de materiaalspecialist en bij voorkeur ook met de conserveringsdeskundige. De bij onderzoek verzamelde informatie vormt het uitgangspunt voor de maatschappelijke en economische duiding van een context of vindplaats.

Met betrekking tot de materiaalcategorie 'metaal' kunnen voorts een aantal specifieke onderzoekstechnieken worden genoemd:

- Röntgenonderzoek. Individueel te behandelen objecten kunnen, als reinigen en conserveren niet mogelijk is, met behulp van röntgen onderzocht en afgebeeld worden.
- Microscopie. Met optische of elektronenmicroscopie wordt het oppervlak bestudeerd om informatie te verzamelen over bewerkings- en gebruikssporen en over gemineraliseerde organische resten.
- Metaalkundige analyse. Een polijstplaatje van een monster van het object wordt microscopisch bestudeerd. Vervaardigingstechniek, bewerking en corrosie laten karakteristieke sporen na.

- Röntgenfluorescentie en andere element-analysetechnieken. Van een metaalmonster wordt de materiaal-samenstelling bepaald. Hierin kunnen aanwijzingen voor materiaalgebruik en bewerkingstechniek worden gevonden
- Röntgendiffractie. Door de kristalstructuur te bepalen kan informatie over corrosieprocessen verkregen worden.
- Massa-spectrometrie. De verhouding van de verschillende isotopen van een metaal wordt vastgesteld. Hiermee kan in sommige gevallen de herkomst van het materiaal worden bepaald.

Voorafgaand aan microscopisch onderzoek mag het te bestuderen materiaal niet geïmpregneerd worden. Bij de overige analytische onderzoekstechnieken worden aan de behandeling van de vondsten geen eisen gesteld, omdat ze uitgaan van een monster aan de binnenzijde van het materiaal.

## VELDWERK

### **Verzamelen**

*In principe wordt elk metalen object verzameld. Het verdient aanbeveling om bij elk aangelegd vlak met een metaaldetector het vlak af te zoeken. Wanneer men de grondsporen niet wil beschadigen, kan een gelokaliseerd metalen object tijdelijk in het vlak worden gemarkeerd. Het verzamelen geschiedt bij alle metaalsoorten op dezelfde wijze.*

### **Met de hand**

*Objecten die voldoende stevigheid hebben, kunnen met de hand opgenomen worden. Controleer het object op verse breuken om vast te stellen of niets ervan achterblijft. Aan het object wordt direct een uniek vondstnummer en/of spoornummer toegekend die op een vondstkaartje vermeld worden. Op de veldtekening van vlak of profiel worden deze nummers op de juiste plaats aangegeven.*

### **En bloc**

*- Objecten waarvan men vermoedt dat zij onvoldoende stevig zijn, worden en bloc opgenomen, (zie aldaar) bij voorkeur in samenwerking met een conserveringsspecialist. Ook dicht bij elkaar liggende objecten met een onderlinge samenhang worden en bloc opgenomen. Naast vondst- en/of spoornummer worden vorm en afmeting van het opgenomen deel op de vlaktekening aangegeven. Op het opgenomen deel wordt een indicatie van het noorden bevestigd.*

*Elk object wordt van een ingevuld vondstenkaartje voorzien. Indien men bij objecten een onderlinge samenhang vermoedt, dan wordt dit op vondstkaartje en vondstenlijst aangegeven.*

*En bloc opgenomen vondsten worden in dezelfde vochttoestand gehouden als waarin ze aangetroffen zijn.*

### **Bemonsteren**

*Om onderzoek te kunnen verrichten naar een eventuele inhoud worden holle metalen objecten, zoals vaatwerk, niet geleegd. Dat geldt ook voor objecten die niet bestemd zijn om iets te bevatten, zoals holle kandelaars, olielampen, enz. Hier kan de inhoud informatie verschaffen over vervaardigingstechnieken. Door metaal omgeven ruimten kunnen, door de conserverende werking van metaal op organisch materialen, extra informatie verschaffen die uit andere grondmonsters niet te verkrijgen is.*

### **Reinigen**

*Metalen objecten worden in het veld slechts globaal van aanhangende grond ontdaan. Zij worden niet in het veld gewassen omdat het risico bestaat informatie, die zich aan het oppervlak van het object bevindt, te verliezen.*

*En bloc opgenomen vondsten worden in het veld niet afgewerkt. Deze worden koel, vochtig en donker bewaard en zo spoedig mogelijk aan een conserveringsatelier overgedragen.*

## **Drogen**

Zie tussentijdse opslag.

## **Nummeren**

In het veld wordt op metaalvondsten geen nummer aangebracht. Het vondstkaartje met het nummer wordt consequent bij het object gehouden. Het aanbrengen van een nummer geschiedt na reiniging.

## **Tussentijdse opslag**

Op het moment van het opgraven staat een archeologische vondst aan grote risico's bloot. Door de abrupte overgang van een verblijf in de vochtige, koele bodem naar het depot met wisselende luchtvochtigheid en temperatuur, kan met name aan metalen objecten, grote schade ontstaan. Bij het verwerken en bij de opslag van metaalvondsten dient men altijd te streven naar omgevingsparameters die voor het object het minst schadelijk zijn.

Voor het ontstaan van corrosie moet aan een aantal voorwaarden voldaan zijn. Naast het metaal zelf moet er water aanwezig zijn dat door erin opgeloste zouten elektrisch geleidend geworden is. In het water moet zuurstof opgelost zijn. De temperatuur moet voldoende hoog zijn om de reactie vlot te laten verlopen.

Voor het behoud van het object is het dus belangrijk om de luchtvochtigheid en de temperatuur zo laag mogelijk te houden, de toestroom van zuurstof te beperken en de hoeveelheid opgeloste zouten te verminderen. Ook dienen de eenmaal ingestelde waarden zo veel mogelijk constant gehouden te worden. Bij een zeer lage relatieve luchtvochtigheid beneden 18% is er niet voldoende water aan het metaaloppervlak aanwezig om corrosie op gang te brengen. Eenmaal behandeld materiaal is stabiel binnen veel ruimere grenzen.

IJzer uit een aërobe context is het meest gevoelig voor de condities bij opslag, gevolgd door anaëroob ijzer en koper uit een aërobe omgeving. De gevoeligheid van de andere metaalvarianten is beduidend minder. Uit een oogpunt van efficiëntie wordt echter voor alle materiaalsoorten een identieke behandeling voorgesteld.

Een tussentijdse opslag, tussen opgraven en conserveren, is op tweeërlei wijze verantwoord uit te voeren. Tussentijdse opslag mag niet langer dan 6 maanden duren.

Objecten van lage informatiewaarde kunnen na een snelle droging gedocumenteerd worden. Daarbij wordt ervan uitgegaan dat eventueel naderhand optredende schade wordt geaccepteerd.

Objecten van hoge informatiewaarden, die als individuele vondst onderzocht worden, dienen volgens de nu volgende richtlijnen (of voorschriften) te worden behandeld.

## **Invriezen**

Men kan het object in vochtige toestand invriezen en bevroren opslaan. Door de lage temperatuur verloopt de chemische reactie zeer langzaam en doordat het water in bevroren toestand is vindt ionenverplaatsing slechts langzaam plaats. Invriezen kan plaatsvinden in polyethyleen zakken waarbij men ervoor zorgt deze

zakken in de koude omgeving niet te beschadigen. Vondstenkaartjes kunnen probleemloos mee ingevroren worden. Om de vorming van ijskristallen in het object te beperken dient het invriestraject van het (voorgekoelde) object zo kort mogelijk te zijn.

### **Droge opslag**

Men kan het object snel drogen en extreem droog bewaren. De elektrochemische corrosie verliest hiermee het middel voor ionentransport.

Bij de droge opslagmethode droogt men de objecten snel onder lichte verwarming. Vervolgens worden de objecten in geperforeerde PE-zakken verpakt en in een goed luchtdicht sluitende PE-does geplaatst. In deze doos wordt ook een luchtdoorlatende verpakking met silicagel geplaatst. Bij goed gedroogd materiaal is voor een doos van 5 liter 100 gram silicagel voldoende. De donkerblauwe kleur van de silicagel geeft aan dat het goed droog is. Rose gekleurd materiaal is in elk geval te vochtig. (Door verhitting is silicagel te regenereren.) In de doos wordt eveneens een indicatorstrip geplaatst waarop de luchtvochtigheid door de wand van de doos heen af te lezen is. Sla de dozen op een koele plaats op. Op deze wijze verpakt materiaal moet geregeld gecontroleerd worden. Als de luchtvochtigheid te hoog opgelopen is, dan wordt het silicagel vervangen.

Materiaal dat met te vochtig silicagel opgeslagen is, gaat snel achteruit: dit silicagel is in staat de lucht in de verpakking juist op een hoog vochniveau constant te houden.

### **Snel behandelen**

Een derde methode die overwogen kan worden, is om snel te starten met de conserveringsbehandeling van het object. Vooral voor ijzeren objecten uit een aërobe omgeving kan het zeer bevorderlijk zijn onmiddellijk na het bergen te starten met een ontzoutend alkalisch sulfietbad, met name wanneer het uit een maritieme context afkomstig is. De voorwerpen niet laten drogen. Op de opgraving al vochtig verpakken. Het ontzouten van vochtig gehouden voorwerpen gaat sneller en beter ten opzichte van reeds gedroogde voorwerpen. De behandeling moet binnen een week beginnen.

## Overdracht aan specialist

Objecten van een lagere informatie-waarde worden rechtstreeks aan de materiaalspecialist overgedragen. Objecten met een hoge informatie-waarde worden ter conservering aan een conserveringsatelier aangeboden. Daarna gaan deze door naar de materiaalspecialist, vergezeld van het conserveringsrapport en alle bij conservering vervaardigd beeld- en documentatiemateriaal. Door middel van een schriftelijke overeenkomst worden kwaliteit van conservering, levertijd en garantie met het conserveringsatelier vastgelegd.

## Literatuur

Cronyn, J.M. 1990: *The Elements of Archaeological Conservation. Handboek van ROB-specificaties* (Amersfoort 1998).  
Payton, R. (ed) 1992: *Retrieval of Objects from Archaeological Sites*, Denbigh.  
Watkinson, D. (red) 1988: *First Aid for Finds*. Hertford/Londen.

## Adressen

**ROB**  
Afdeling Conservering  
Kerkstraat 1, 3800 BP Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
fax: 033-422 77 99  
e-mail: j.nientker@archis.nl  
www.archis.nl

**NISA**  
Nederland Instituut voor Scheeps en  
Onderwaterarcheologie  
Oostvaardersdijk 01-04, 8242 PA  
Lelystad  
tel.: 032 -261360  
fax: 032 -269750  
www.archis.nl

Conserveringsatelier Kempkens en co  
Windmolenven 45, 6081 PJ Haelen  
(L)  
tel.: 047-592947  
fax: 0475-595147  
jokempkens@hetnet.nl

Alle voor de interpretatie en conservering noodzakelijke documentatie, dateringen, (veld)tekeningen en andere opgravingsgegevens worden mee-geleverd.

## Veiligheid

De corrosieproducten van een aantal metalen, vooral die van koper en lood, zijn giftig. Deze metalen worden met chirurgische handschoenen gehanteerd. Inademing van het stof dient voorkomen te worden. Raadpleeg de specialistische veiligheidsliteratuur.

Archeoplan  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295  
fax: 015-2138582

Veres  
(Adressenlijst restauratoren)  
Van Hallstraat 294, 1051 HM  
Amsterdam  
tel.: en fax: 020-6703328  
veres@conserveer.nl  
www.conserveer.nl

Nederlands Restauratoren Register  
(Lijst van geregistreerde restauratoren)  
www.restaurator.nl

H.J.M. Meijers  
Museum Het Valkhof  
Postbus 1474, 6501 BL Nijmegen  
tel.: 024-3608805  
fax: 024-3604799  
r.meijers@museumhetvalkhof.nl

## 13. GLAS

### Aard en voorkomen

Glas ontstaat wanneer een mengsel van silicium met kalium of natrium of lood, en calcium wordt blootgesteld aan een hoge temperatuur. Bij circa 1000 graden Celsius in open vuur ontstaat een glasachtig gekristalliseerde substantie, ondoorzichtig maar met een dichte structuur die na vermaling, door middel van hitte verkit: faience. Het wordt voornamelijk aangetroffen in de vorm van kralen. Ze kunnen variëren in kwaliteit van solide tot brokkelig.

In gesloten ovens met een hogere temperatuur waarbij glas smelt (<1200 graden Celsius), komt het zowel transparant als opaak (ondoorzichtig) voor, afhankelijk van toevoeging van kleurende metaaloxiden en brandatmosfeer. Glas komen we in veel verschillende kwaliteiten in de bodem tegen. Vaak is het oudtijds gebroken en als afval gedumpt. Het glas (ook het glas van de hoogste kwaliteit) is door mechanische (druk)kracht gefragmenteerd. Glas is gevoelig voor vocht. Glaswerk uit Romeinse- en Vroegmiddeleeuwse graven is in veel gevallen nog gaaf aan te treffen. Laat- en postmiddeleeuws gebruiksglas is vaak van slechte kwaliteit waardoor het voor vocht extra gevoelig is. Onzuivere samenstelling van de (kwalitatief mindere) grondstoffen, te korte brandtijd van het mengsel en/of te lage brandtemperatuur zijn daar debet aan. Ook de bodemsamenstelling heeft invloed op de kwaliteit en conservering van het glas.

### Onderzoek

Glas biedt veel onderzoeksmogelijkheden op sociaal-economisch gebied, waaronder de reconstructie van handelsroutes en -betrekkingen en technologische ontwikkelingen in het verleden. De hoge status die glaswerk in veel periodes genoot, resulteerde in modegevoelige producten waardoor de verschillende modellen elkaar snel opvolgden. Glazen voorwerpen hebben vanwege de fragiliteit doorgaans een relatief korte levensduur. Glazen objecten zijn daarom zeer geschikt voor het vaststellen van de datering van archeologische complexen.

Bij het glasonderzoek worden kwalitatieve (zoals bijvoorbeeld kleur, hoedanigheid en functie van het voorwerp) en kwantitatieve eigenschappen (zoals aantal scherven, gewicht, fragmentatiegraad, en minimum aantal exemplaren) vastgesteld. Bij voorwerpen en, in mindere mate, scherven kan door middel van typo-chronologie de relatieve datering worden bepaald.

## VELDWERK

### **Verzamelen; algemeen**

De verzamelwijze van glas wordt bepaald door:

1. De vraagstellingen van het onderzoek. Bij het opstellen van een Programma van Eisen en/of voorafgaande aan het onderzoek dient een materiaalspecialist te worden geraadpleegd. Op deze wijze kan men op de hoogte worden gesteld van bestaande specialistische vragen m.b.t. specifieke perioden, gebieden en/of vindplaatsen. Tevens kunnen dan gezamenlijk onderzoeksvragen worden opgesteld en kan overleg worden gevoerd over de verzamel- en onderzoeksstrategie betreffende de beantwoording van de onderzoeksvragen.

2. De conserveringstoestand. De conserveringstoestand van glas hangt naast de vervaardigingskwaliteit af van de bodemomstandigheden (hoewel nog niet alle oorzaken van degradatieprocessen bij glas onder invloed van de vaak complexe omgevingsfactoren volledig zijn verklaard). We onderscheiden:

\*Goed geconserveerd glas: dit is volledig transparant en gelijkmatig van kleur en glans; opaak glas bestaat uit een homogene harde massa met een gelijkmatige kleur.

\*Matig geconserveerd glas: dit vertoont irrisatiekleuren, heeft ondoorzichtige of bruinkleurende insluitingen (kristallisatie) of oppervlakaantastingen; opaak glas heeft een poederig oppervlak.

\*Slecht geconserveerd glas: de transparantie, oorspronkelijke kleur en glans zijn geheel of deels verdwenen, verdonkering of -bruining is opgestreden, is brokkelig of gelaagd, heeft een netwerk van zeer kleine barsten (crizzling); opaakglas is brokkelig of zacht poederig.

### **Verzamelen; werkwijze**

#### **Ongeacht conserveringstoestand**

Glazen voorwerpen, die fragiel of gefragmenteerd zijn, die uit verschillende (losse) onderdelen bestaan, of die zijn voorzien van een opgebrachte versiering als (brand)schildering, emallering of vergulding moeten 'en bloc' worden gelicht. Hierdoor blijft de samenhang van het materiaal en de eventuele sporen bewaard.

#### **Goed geconserveerd glas**

Vergt geen specifieke behandeling in het veld.

#### **Matig geconserveerd glas**

In dit geval moeten zoveel mogelijk de bij elkaar horende fragmenten van hetzelfde voorwerp in een aparte vondstzak worden gedaan. Houd rekening met de drukbelasting van bijeengevoegde scherven.

#### **Slecht geconserveerd glas**

De relatief grote fragmenten dienen 'en bloc' te worden gelicht, waarna ze in het



conserveringslaboratorium kunnen worden uitgerepareerd. Het is van belang de vochtigheidsgraad van het glas in de bodem zoveel mogelijk te handhaven en uitdroging te voorkomen, (plastic) vondstzakken afsluiten en zonodig vochtigheidsgraad herstellen door vocht toe te voegen (verstuiver). Het is raadzaam om bij slecht geconserveerd glaswerk een specialist in het veld te raadplegen; determinaties kunnen eventueel ter plekke plaatsvinden, waardoor een enorme hoeveelheid 'en bloc' gelicht vondstmateriaal kan worden voorkomen.

Bij gave voorwerpen is uiterste voorzichtigheid vereist: nooit trekken aan half vrijgegraven glazen, omdat het breedste deel ervan zich vaak onderaan bevindt en het glas dan barst of breekt.

### **Bemonsteren**

Voorafgaand aan het onderzoek moet een bemonsteringsprogramma worden opgesteld in overleg met de specialist.

### **Grondmonsters**

Per opgravingseenheid een grondmonster nemen is van belang voor onderzoek van degradatieprocessen van glas ten gevolge van bodemomstandigheden.

### **Reinigen, drogen (nummeren) en verwerken van glas**

#### **Ongeacht de conserveringstoestand:**

Kwetsbaar glas waaronder ook dunwandig glas niet wassen, reinigen of drogen. Het glas dient bewaard te worden in afgesloten vondstzakjes of -bakjes, onder vochtigheidscondities die overeenkomen met de bodemgesteldheid. De vondsten op een koele plaats bewaren bij een constante temperatuur.

#### **Goed geconserveerd glas**

Het met de hand verzamelde glas kan worden gewassen en voorzichtig geborsteld met een zachte borstel. Het materiaal kan aan de lucht op kamertemperatuur worden gedroogd; grote temperatuurschommelingen moeten vermeden worden. Indien men individuele scherven nummert, dient het vondstnummer op een duidelijke, maar niet op een al te in het oog springende plaats, te worden aangebracht (in wit) bij donkerkleurig glas.

#### **Matig geconserveerd glas**

Dit met de hand verzamelde glas kan boven een zeef met een maaswijdte van maximaal 4 mm met een zachte waterstraal worden schoongespoeld. Het materiaal heel langzaam drogen in openstaande of liever nog (uitsluitend aan de bovenkant!) Geperforeerde, vondstzakjes bij een temperatuur van 5-10 graden Celsius.

#### **Slecht geconserveerd glas**

De 'en bloc' gelichte fragmenten worden niet gewassen, gereinigd of gedroogd en moeten in afgesloten vondstzakjes of -bakjes worden bewaard onder vochtigheidscondities die overeenkomen met de bodemgesteldheid. Op een koele plaats

bewaren bij een temperatuur van 5-10 graden Celsius. De overige met de hand verzamelde fragmenten kunnen worden behandeld zoals bij kwetsbaar glas, waar- onder ook dunwandig glas, is omschreven.

### **Monsters voor specifiek onderzoek**

Glasmonsters die voor chemische analyse zijn bestemd, mogen niet worden gezeefd en moeten altijd luchtdicht worden afgesloten, bij voorkeur in afsluitbare emmers. De monsters worden onbehandeld aan een specialist overgedragen.

### **Tijdelijke opslag**

Glas met een opgebrachte versiering bijvoorbeeld (brand)schildering, emallering of vergulding moet men niet opslaan, maar zo spoedig mogelijk door een conserveerspecialist laten behandelen.

De opslag van glas kan het beste plaatsvinden in een donkere ruimte met een constante temperatuur van 15-20 graden Celsius (RH < 45%). Het materiaal alleen stapelen wanneer het verpakkingsmateriaal dit toestaat. Controleer gedurende de opslag regelmatig of de toestand van het materiaal nog stabiel is.

Bij de opslag van kwetsbaar glas, of slecht geconserveerd glas, gedurende langer dan een maand dient een specialist te worden geraadpleegd.

Monsters voor specifiek onderzoek opslaan in een donkere ruimte met een temperatuur van 5-10 graden Celsius. Bij de opslag gedurende langer dan een maand, dient een specialist te worden geraadpleegd.

De totale duur van de tijdelijke opslag (dus vanaf het moment van verzamelen tot aan het moment van aanleveren aan een definitief depot) is maximaal 2 jaar.

Binnen deze periode moet het materiaal dus ook zijn geconserveerd en geanalyseerd.

### **Overdracht aan specialist**

Indien niet al het verzamelde glas en monsters voor onderzoek aan een specialist worden aangeboden, moet in overleg met de specialist een selectie worden gemaakt. Bij het

overdragen van glas voor determinatie en analyse aan een specialist, moeten de voor de interpretatie noodzakelijke opgravinggegevens, dateringen en contextinformatie worden meegeleverd.

### **Literatuur**

Davison, S., en R. Newton 1989: *Conservation of Glass*. London.

Henkes, H.E. 1994: *Glas zonder glans. Vijf eeuwen gebruiksglas uit de bodem van de Lage Landen 1300-1800* (Rotterdam Papers 9). Rotterdam.

Tennent, N.H. 1999: *The conservation of Glas and Ceramics*. London.

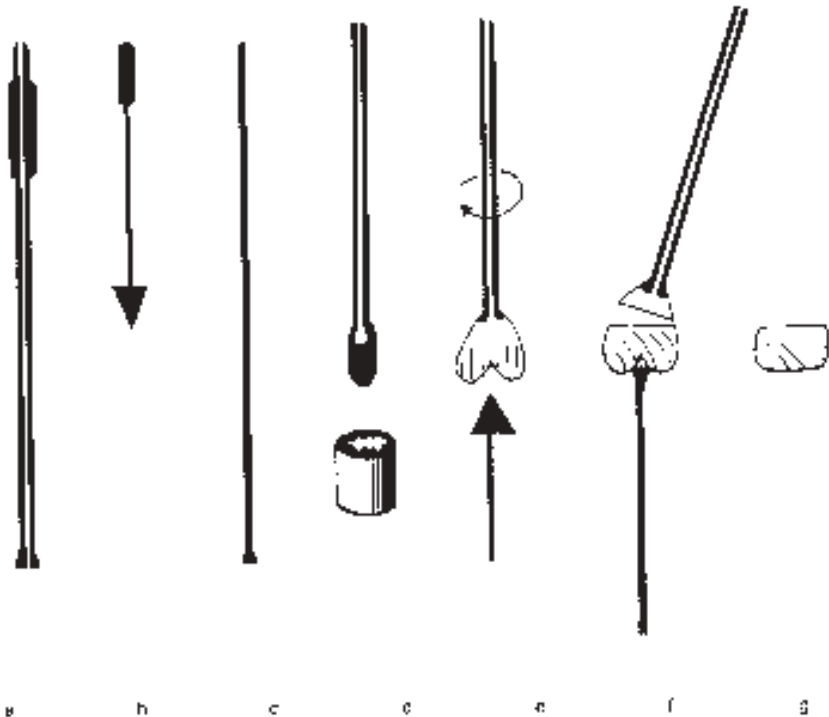
## Adressen

Archeoplan  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295  
fax: 015-2138582  
e-mail: p.schulten@archeoplan.nl

Restauratiewerkplaats Jo Kempkens  
en Co  
Windmolenven 45, 6081 PJ Haalen  
tel.: 0475-592947  
fax: 0475-595147  
e-mail: jokempkens@hetnet.nl

## ROB

T.a.v. J.F.P. Kottman  
Afdeling Conservering  
Kerkstraat 1, 3800 BP Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
fax: 033-4227799  
e-mail: j.kottman@archis.nl



*Schematische voorstelling van de vervaardiging van een ribbelbeker. a=blaaspijp; b=opsteekgereedschap; c=pontilijzer; d=blaaspijp met klompje glas en vorm; e=aanhechting pontilijzer; f=verwijdering blaaspijp; g=beker voltooid. (Tek. J. Kottman).*

# Archeologie

## 14. CERAMIEK UIT ROMEINSE TIJD, MIDDELEEUWEN EN NIEUWE TIJD

### Aard en voorkomen

Ceramik is een verzamelnaam voor voorwerpen van gebakken klei. De fysieke eigenschappen van ceramik lopen sterk uiteen, afhankelijk van de gebruikte grondstoffen, de kleibereiding, de vormtechnieken en de technieken van het bakken en eventueel glazuren. Archeologen maken vaak een weinig zuiver onderscheid tussen “handgevormde” en “gedraaide ceramik” waarbij het eerste (vrijwel) geheel zonder draaischijf is vervaardigd. In de dagelijkse praktijk wordt de aanduiding “gedraaide ceramik” (draaischijfaardewerk), hoewel dit feitelijk geheel onterecht is, niet alleen gebruikt voor ceramik die is vervaardigd met een draaischijf maar ook voor in mallen gevormde ceramik of zelfs bij voorwerpen, die in een gecombineerde handgevormde en gedraaide techniek zijn vervaardigd (bijvoorbeeld borden en koekenpannen van laatmiddeleeuws rood aardewerk).

Het eindresultaat van de grondstoffebereiding en het bakken van de klei wordt met de term “baksel” aangeduid. Baksels worden doorgaans onderscheiden op grond van korrelgrootte-verdeling, type magering, hardheid, porositeit, structuur van het breukvlak en kleuren, soms ook de oppervlaktebehandeling. Als grondstoffen kunnen uiteenlopende soorten klei zijn gebruikt, eventueel gemengd met andere kleisoorten of grondstoffen (bijvoorbeeld kalk in de postmiddeleeuwse faience). Vaak bevat het baksel een zandfractie, met een kor-

relgrootte tussen de 0,1 en 1 mm, soms ook andere stenen insluitsels tot een korrelgrootte van enkele millimeters (“kiezels”, “grind”), waarbij de hoeveelheden sterk uiteen kunnen lopen. Deze zandfractie kan ofwel van nature in de gedolven klei hebben gezeten, ofwel naderhand bij de kleibereiding zijn toegevoegd. Hoewel alleen dit laatste technisch gezien “magering” mag worden genoemd, worden in de praktijk vaak alle met het blote oog zichtbare korrels als “magering” betiteld. Een baksel kan ook magering bevatten van organisch materiaal (schelpgruis, stro, meestal alleen als holtes na het bakken van de klei zichtbaar) of van potgruis (chamotte, soms moeilijk te onderscheiden van verkleurde vlekjes van natuurlijke ijzerconcentraties in de klei).

Door een beheersing van hogere temperaturen kunnen hardere baksels ontstaan. In een oven kunnen de temperaturen zover opgevoerd worden dat het rekristallisatiepunt (“smeltpunt”) van een kleisoort wordt overschreden en de klei van kristalstructuur verandert. Hierbij kan de klei versinteren waarbij het baksel zeer hard wordt en de porositeit wordt gereduceerd tot een glasachtige dichtheid. Men spreekt dan van “steengoed” of “porselein”. In de andere gevallen wordt het baksel beschreven als “aardewerk”. Aardewerk kent uiteenlopende gradaties van hardheid maar hiervoor zijn geen vastomlijnde normen. Soms is er groot verschil tussen de hardheid aan het oppervlak en de

hardheid van het binnenste, “de breuk”.

### Onderzoek

Ceramiek wordt verzameld voor uiteenlopende doeleinden:

- dateren van grondsporen,
- sociaal-economische aspecten van vondstcomplexen,
- onderzoek van gebruiksfuncties van voorwerpen,
- onderzoek van typonchronologie, productie, handel en consumptie van ceramiek.

Bij het onderzoek van ceramiek zijn tal van methoden en technieken in gebruik. Gezien de grote omvang van de hier beschreven periode (verschillende periode-specialismen) is deze tekst niet de plaats om nader in te gaan op determinatie van ceramieksoorten, onderzoek naar aardewerktechnologie, gebruikssporen, productie, handel en consumptie van ceramiek, om nog maar niet te spreken over de eventuele inzet van natuurwetenschappelijke middelen. Van de betrokken veldarcheoloog wordt in deze ook enige specialistische kennis verwacht.

Wel kunnen enkele opmerkingen worden gemaakt over kwantificeren.

Doordat er veel verschillende methoden zijn, wordt de vergelijkbaarheid van onderzoeksresultaten niet bevorderd. De meeste archeologen passen na het wassen zoveel mogelijk scherven aan elkaar, determineren het en tellen de aantallen. Ongemerkt worden daarbij verschillende werkwijzen aangehouden. Voorbeelden: inventariseren van alleen randen en/of bodems of tevens van de wandfragmenten, inventariseren van fragmen-

ten zonder ze eerst te passen of ná het passen, het wel of niet tellen van de overgebleven wandfragmenten die na het passen niet zijn verbonden met rand- of bodemfragmenten, of het wel tellen van wandfragmenten van zeldzame, of versierde, of specifiek gevormde ceramiek maar het niet meetellen van minder goed determineerbare wandfragmenten. Hoe gaat men om met wandfragmenten die hoogstwaarschijnlijk behoren bij bepaalde rand- of bodemfragmenten maar die niet passen. Het verdient dus aanbeveling om vast te leggen op welke wijze de tellingen tot stand zijn gebracht, want de methoden zijn lang niet zo universeel als wel gedacht wordt. Inmiddels komen ook andere methoden voor kwantificatie in gebruik, zoals het meten van randpercentages of het wegen van vondstmateriaal.

## VELDWERK

### **Algemeen**

Het merendeel van archeologische vondsten bestaat uit resten van huisafval, bij de ceramiek gaat het dan hoofdzakelijk om voorwerpen die oudtijds als gevolg van breuk zijn weggeworpen. Complete of zelfs gave voorwerpen worden tamelijk zelden gevonden. Deze zijn doorgaans niet onderhevig geweest aan enige vorm van secundaire verplaatsing, nadat de gebruikers ze destijds in de bodem hebben gedeponeerd: denk hierbij bijvoorbeeld aan potten die nog worden aangetroffen op hun originele plaats van (dagelijks) gebruik zoals aspotten of voorraadpotten, of aan grafbijgiften of andere rituele deposities zoals een pot die onder een staander van een huis is ingegraven. Bij dergelijke vondsten is het van groot belang om hun positie tijdens de opgraving exact driedimensionaal te documenteren. Ook verdient het aanbeveling om de inhoud bij berging te bemonsteren.

Bij de analyse van in scherven gebroken ceramiek is het doorgaans voor de interpretatie van essentieel belang om vast te stellen of de voorwerpen na breuk compleet in het grondspoor zijn beland, of dat er in het grondspoor alleen kleine fragmenten zitten van incomplete objecten. Het eerste kan immers op een "primaire depositie" duiden, met andere woorden de voorwerpen of de fragmenten ervan zijn vermoedelijk nog aangetroffen op de plek waar ze zijn gedeponeerd kort na breuk en op het tijdstip dat het grondspoor werd opgevuld, bijvoorbeeld een afvalkuil, een put of een sloot. Een sterke fragmentatie en grote mate van incompleetheid duiden daarentegen op het verstoren van de primaire context waarin de scherven zijn gedeponeerd (het vondstmateriaal kan dan soms nog wel worden beschouwd als een steekproef van een primaire context), of zelfs op het secundair verplaatsen van de scherven (eventueel met de grond waarin ze zitten) naar een ander grondspoor waar ze zijn vermengd met vondsten uit andere context. Zo worden in de insteek van palen, funderingen en dergelijke doorgaans uitsluitend secundair verplaatste vondsten aangetroffen, doordat de insteek meestal is opgevuld met (een deel van) de grond die tijdens de aanleg van het spoor is opgedolven. Secundair verplaatst vondstmateriaal valt onder de noemer van "opspit" en is vaak door de vermenging van de herkomst uit verschillende lagen en grondsporen voor weinig meer geschikt dan voor het bepalen van een terminus post quem datering van het betreffende spoor. Als specie voor ophogingslagen kan men sterk uiteenlopende vondstcomplexen tegenkomen, variërend van geheel omgespitte en/of verplaatste oudere vondstcomplexen en lagen tot primaire depositie van huisvuil gedurende de tijd dat de ophoging werd gevormd. Het is derhalve tijdens het veldwerk zaak om een scherp oog te hebben voor dergelijke depositieprocessen die zich kunnen manifesteren in de structuur en samenstelling van de grond en in de bijmenging van uiteenlopende afvalresten.

### **Berging en bemonstering**

Gezien de grote verschillen in vraagstellingen en onderzoeksmethoden voor vondstcomplexen, zullen bij opgravingen veel zaken betreffende berging, bemonstering en verwerking van vondsten nader gespecificeerd moeten worden in het

*Programma van Eisen voor de betreffende opgraving.*

*Het is niet eenvoudig om vuistregels op te stellen voor bergings- en bemonsterings-strategieën. Heel ruwweg kan men stellen, dat een optimaal onderzoek naar sociaal-economische aspecten van vondstcomplexen, of naar gebruiksfuncties van voorwerpen, of naar typonomie, productie, handel en consumptie van ceramiek meestal gebaat is bij een zo volledig mogelijke berging. Voor het bepalen van dateringen evenwel kan men, indien er veel scherfmateriaal in een spoor aanwezig is, meestal volstaan met een steekproef. Op welke wijze deze steekproef dan kan worden genomen, hangt onder meer af van de hoeveelheden materiaal, de (reeds in het veld geconstateerde) uiteenlopende dateringen van het aangetroffen scherfmateriaal, de variatie in soorten ceramiek, of de mate waarin dateringen kunnen worden bepaald uit de onderlinge verdeling van soorten en vormen (seriatie). Zo zou men bijvoorbeeld alleen randfragmenten kunnen bergen, of kunnen volstaan met een bepaalde hoeveelheid materiaal. Bedenk dat bij het nemen van een monster (vooral uit grote vondstcomplexen) de wijze van bemonstering meteen genoteerd zou moeten worden om vragen achteraf te voorkomen.*

*De meest volledige berging is natuurlijk die waarbij alle grond wordt gezeefd. Dit kan men op uiteenlopende wijzen in het veld reeds doen door middel van water over een zeef van bijvoorbeeld 8 mm maaswijdte (zoals in Noord-Holland bijvoorbeeld de stevige gaasbodem van bloembollen-kistjes). Een andere optie is om grond met vondsten en al te bergen en het zeven elders te doen. Dit laatste is een met succes beproefde methode voor het bergen van vondsten uit beerputten ("methode-Alkmaar"), waarbij luchtdicht afsluitbare kunststof emmers van 26 liter worden gebruikt. Voordelen zijn onder andere de grote snelheid van werken, de zeer volledige berging en de lange houdbaarheid van de afgesloten emmers met ongewassen materiaal erin (ook bij organische vondsten). Nadelen zijn de logistiek van afvoer en opslag van de emmers en het volume van de modder bij het wasen.*

*De meeste grondsporen worden handmatig uitgetroffeld. Men moet daarbij erop bedacht zijn dat in donkere en/of vochtige grond veel materiaal eenvoudig over het hoofd kan worden gezien, met name scherven van donkere ceramieksoorten of sterk gefragmenteerd materiaal (dat geldt overigens ook nadrukkelijk voor glaswerk).*

*Bij het verzamelen van vondsten moet natuurlijk alles worden voorzien van vondstkaartjes. Tijdens het bergen van grote vondstcomplexen is het verstandig om een medewerker uitsluitend te belasten met het inpakken en met de administratie.*

*Soms komt men in het veld zeer bros aardewerk tegen, dat door een zacht baksel en/of post-depositionele processen (plantenwortels, de inwerking van water, vorst of bodemzuren) bij berging breekt en uiteenvalt. Het beste is om dit materiaal "en bloc" te lichten met wat omliggende grond en dit in een bak of doos voorzichtig en geleidelijk te laten drogen (niet op de verwarming). Eventueel kunnen specialisten worden ingeschakeld voor de droging van het materiaal, de conserve-*



ring (in geval van twijfel niet te lang wachten met bellen), die het materiaal bijvoorbeeld met een versterkend middel kunnen impregneren.

Ook bij het zeven en wassen van ceramiek moet men natuurlijk bedacht zijn op het voorzichtig behandelen van kwetsbare aardewerksoorten zoals zacht gebakken handgevormd aardewerk of aardewerk waarvan de glazuurlaag is aangetast.

### **Reinigen en nummeren**

Indien de scherven erg vuil zijn, bijvoorbeeld als ze uit kleiige grond afkomstig zijn of uit een vette zwarte brandlaag, kan het nuttig zijn om ze eerst een tijd in een bak water te weken (let daarbij op de vondstkaartjes!). Soms is er een aanslag die zich niet handmatig laat verwijderen. Inweken met gewone zeep of afwasmiddel is meestal wel veilig maar reiniging met chemische middelen zoals waterstofperoxide, salpeterzuur, steradent o.i.d. moet met grote terughoudendheid en alleen door deskundigen worden gedaan. Aanslag die het gevolg is van het oorspronkelijk gebruik (beroeting, kalkaanslag en dergelijke) zou men evenwel zoveel mogelijk moeten laten zitten. Soms bevinden zich nog resten van de oorspronkelijke inhoud in een pot en is die in het veld nog niet bemonsterd. Deze moet men vóór het wassen zo zuiver mogelijk bemonsteren voor een eventueel specialistisch onderzoek (let daarbij op de administratieve gegevens bij deze monsternamen achteraf na het veldwerk).

Het is gebruikelijk om gewassen en gedroogde voorwerpen en scherven te voorzien van een erop geschreven administratiecode (vondstnummer). De hiervoor gangbare techniek is de ouderwetse Oostindische inkt en kroontjespen. Er zijn ook mechanische nummer-technieken ontwikkeld. De resultaten zijn wisselend maar wel bemoedigend. Bij zeer grote vondstcomplexen wordt wel afgezien van het nummeren van alle fragmenten en beperkt men zich tot alleen de grotere stukken (bijvoorbeeld groter dan een gulden) of tot een selectie van de belangrijkste stukken.

### **Opslag**

Voor de opslag van ceramiek hoeven geen vergaande klimatologische eisen gesteld te worden. Het belangrijkste is dat het materiaal, dat na het wassen goed gedroogd moet zijn, vorstvrij, vochtvrij en stofvrij wordt bewaard. Als verpakking worden (zie SPECIFICATIES KNA) kunststof zakken gebruikt die weer worden opgeslagen in dozen, kisten of kratten. Een en ander wordt reeds voorafgaand aan het onderzoek afgesproken met de depotbeheerder van het depot van bodemvondsten waar de vondsten na de opgraving zullen worden gedeponneerd (zie SPECIFICATIES KNA). Bedenk bij de opslag dat direct zonlicht op deze zakken kan leiden tot condensvorming.

# Archeologie

## 15. PREHISTORISCH AARDEWERK

### Aard en voorkomen

Dit hoofdstuk behandelt prehistorisch aardewerk, zowel vaatwerk als voorwerpen van gebakken klei. Vaatwerk omvat voorwerpen als potten, kommen, schalen en ander serviesgoed. Het vaatwerk is gemaakt van klei. Afhankelijk van de grondstoffen die door de klei zijn gemengd en de bakwijze is het aardewerk hard of zacht. De verschraling kan bestaan uit potgruis (chamotte/schervengruis), organisch materiaal (planten resten, stro), minerale magering (grind, steengruis, gebroken kwarts, veldspaten, granietsoort). De voorwerpen zijn meestal in een open vuur gebakken waarbij de temperatuur laag bleef en het aardewerk niet compleet hard werd. De voorwerpen van gebakken klei kunnen zijn gebruikt als weefgewicht, netverzwaarder of spinklosje. Deze voorwerpen zijn meestal niet hard gebakken en soms zelfs helemaal niet gebakken. De voorwerpen zijn over het algemeen niet verschraald. Ook kunnen scherven van potten hergebruikt zijn als spinschijfje of weefgewicht. Dit is te zien aan de afronding van de breukvlakken (pas op voor verwerking van het materiaal, dit geeft namelijk bijna hetzelfde resultaat).

### Onderzoek

Er bestaan met betrekking tot prehistorisch aardewerk verschillende onderzoeksmogelijkheden:

- Macroscopisch onderzoek op technologisch en morfologische kenmerken.
- Slijpplaatjes-onderzoek om de herkomst van het baksel of de samen-

stelling van de magering te bepalen of om de maakwijze vast te stellen.

- Daterend onderzoek, typochronologisch of via  $^{14}\text{C}$ -datering.
- Functiebepaling van het aardewerk, zodat mogelijk de gebruikscontext kan worden bepaald.
- Chemische analyse (XRD, röntgendiffractie voor mineralogisch onderzoek van de magering).
- Diatomeeënanalyse : vaststellen zoet- of zoutwater afzetting van gebruikte klei

Bij het aardewerk onderzoek worden kwalitatieve (zoals bijvoorbeeld magering, potvorm, bakwijze, versiering, rand- en bodemtype, verwerking, kleur, typologie, periodisering, secundaire sporen en postdepositionele sporen) en kwantitatieve eigenschappen (zoals aantal scherven, gewicht, potgrootte (diameter, wanddikte), fragmentatiegraad) vastgesteld. Deze basisgegevens vormen het uitgangspunt voor een typo-chronologische indeling van het aardewerkcomplex.

## **VELDWERK**

### **Verzamelen; algemeen**

De verzamelwijze van aardewerk wordt bepaald door:

1. de vraagstelling(en) van het onderzoek,
2. het karakter van de vondst (is het een 'gewone' of een bijzondere vondst, bijvoorbeeld een compleet exemplaar),
3. de context.

Ad. 1

*Bij het opstellen van een Programma van Eisen én/of voorafgaande aan het onderzoek dient een aardewerkspecialist worden geraadpleegd. Op deze wijze kan men op de hoogte worden gesteld van bestaande vragen met betrekking tot specifieke perioden, gebieden en/of vindplaatstypen. Tevens kunnen dan gezamenlijk onderzoeksvragen worden opgesteld en kan overleg worden gevoerd over de verzamel- en onderzoeksstrategie in relatie met de beantwoording van de onderzoeksvragen.*

Ad. 2

*Het karakter van een vondst heeft consequenties voor de verzamelwijze. Een 'gewone vondst' wordt op een andere manier verzameld dan bijvoorbeeld een compleet exemplaar.*

*Complete exemplaren moeten niet meteen gewassen worden in verband met de chemische analyse van aankoeksels. Alleen bij instortingsgevaar van zeer fragiele fragmenten kan eventueel in het veld al worden geconserveerd door middel van het besproeien van het aardewerk met een paraloid oplossing.*

Ad. 3

*Er zijn verschillende contexten mogelijk, bijvoorbeeld een nederzetting (huis) of een graf of uit specifieke grondsporen of vondstlagen. De onderzoeksstrategie zal voor een nederzettingsterrein anders zijn dan voor een graf.*

### **Verzamelen; werkwijze**

*Aardewerk is in het algemeen vrij goed geconserveerd. Slechts in enkele gevallen, bijvoorbeeld als het materiaal onder de grondwaterspiegel zit, is het materiaal in een slechte staat.*

*De complete exemplaren dienen indien mogelijk 'en bloc' te worden gelicht. Hierdoor blijft de inhoud intact en kunnen eventueel monsters worden genomen. De inhoud kan in het uiterste geval ook in het veld worden verzameld. De vulling voorzichtig verwijderen, mogelijk kunnen crematieresten en houtskool worden aangetroffen. Neem van de inhoud een monster dat voor botanisch onderzoek geschikt is.*

*Aardewerk dat in een duidelijke context wordt gevonden, zoals in kuilen, goed documenteren. Neem foto's en teken de context. Eventueel de kuil contextueel opgraven om extra informatie en materiaal te verkrijgen.*

*Verzamel zowel aardewerk uit de sporen als uit de (indien aanwezig) vondstlaag.*

### **Reinigen, drogen en nummeren**

Het aardewerk kan met een zachte waterstraal gereinigd worden. Eventueel kan met een tandenborstel of nagelborstel voorzichtig de scherven worden afgeborsteld. Zodra er krassen op het aardewerk verschijnen, moet weer alleen met de waterstraal worden gewassen. Vervolgens kan het aardewerk in vondstbakjes in een droogkast worden gedroogd. Dit moet zeker niet te kort gebeuren anders gaat het materiaal als nog schimmelen in de vondstzakjes. Alleen de significante scherven en grote fragmenten moeten genummerd worden. Let hierbij op dat de nummering niet op een versiering wordt gezet. Het liefst moet een nummer aan de binnenzijde van de scherf worden geplaatst. De nummering bestaat uit de projectcode en eventueel een putnummer en uiteraard het vondstnummer.

De 'en bloc' gelichte objecten worden niet gewassen, gereinigd of gedroogd en moeten in afgesloten vondstzakjes of -bakjes worden bewaard onder vochtigheidscondities die overeenkomen met de bodemgesteldheid. Meestal door het voorwerp in een plastic zak met de bijbehorende aarde te bewaren wordt de vochtigheid behouden. Eventueel af en toe nat sproeien bij uitdrogingsverschijnselen (te zien aan krimpscheuren zowel van het aardewerk als de aarde die er om heen zit). Op een koele plaats bewaren bij een temperatuur van 5-10 graden Celsius.

Als het materiaal reeds in verwerkingsruimte is en het gaat om fragiel aardewerk dan eerst laten drogen, daar worden de scherven harder van. De scherven met een zachte waterstraal wassen en uit de grond verwijderen. Is het materiaal nog te zwak, meteen weer laten drogen. Vervolgens de scherven afborstelen en met een paraloïd oplossing de scherven conserveren (indien interessant voor verder technologisch of morfologisch onderzoek). Niet met paraloïd bewerken indien de verwachting is dat er nog aankoeksel verzameld kan worden.

### **Tijdelijke opslag**

De opslag van aardewerk vereist geen speciale zorg. Er moet alleen worden opgelet dat er niet te veel gewicht op de fragmenten komt te liggen. Het liefst het aardewerk opslaan in vondstdozen op een koele, vorstvrije plaats. Hele exemplaren zo snel mogelijk aan de specialist overdragen in verband met verder onderzoek en ter voorkoming van schade gedurende de opslag.

### **Overdracht aan specialist**

Indien niet al het verzamelde aardewerk aan de specialist ter onderzoek wordt aangeboden, moet in overleg met de specialist een selectie worden

gemaakt. Het aardewerk moet bij de overdracht worden vergezeld van de opgravingsgegevens, dateringen en contextinformatie.

## Literatuur

- Gibson, A, en A. Woods 1997: *Prehistoric Pottery for the Archaeologist*. Leicester.
- Leeuw, van der, S.E., en A.C. Pritchard (red.) 1984: *The many dimensions of pottery. Ceramics in archaeology and anthropology*. Amsterdam.
- Orton, C., P. Tylers en A. Vince 1993: *Pottery in archaeology*. (Cambridge Manuals in Archaeology), Cambridge.
- Rice, P.M. 1987: *Pottery analysis. A Sourcebook*. Chigago/London.
- Rye, O. 1976: *Pottery Technology: Principles and Reconstruction*. Washington.

## Adressen

Archeologisch Diensten Centrum  
(ADC)  
Energieweg 14, 3751 LT Bunschoten  
tel.: 033-2998181f  
fax: 033-2998180  
www.archeologie.nl

ARCHOL  
Postbus 9515, 2300 RA Leiden  
tel.: 071-5273313

Archaeological Research &  
Consultancy bv  
Postbus 41018, 9701 CA Groningen  
tel.: 050-3687100  
fax: 050-3687199  
www.arcbv.nl

ROB  
Afdeling Conservering  
Kerkstraat 1, 3800 BP Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
fax: 033-4227799

www.archis.nl

Instituut voor Aardewerktechnologie  
(IAT)  
Faculteit Archeologie Universiteit  
Leiden  
Postbus 9515, 2300 RA Leiden  
tel.: 071-5272411  
fax: 071-5272429  
www.leidenuniv.nl

Conserveringslaboratorium dat ook  
diensten in het veld verricht:  
Archeoplan  
Oude Delft 224, 2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295

## 16. NATUURSTEEN

### Aard een voorkomen

In de archeologie wordt de term natuursteen gebruikt om onderscheid aan te brengen tussen steen en steenachtige materialen die kunstmatig, door de mens gemaakt zijn, zoals aardewerk en slakken. Steen is een algemene naam voor gesteente ("rots"), dat als afzonderlijke stukken, al dan niet bekapt of verbrijzeld in archeologische context kan worden aangetroffen.

Gesteenten zijn in de natuur voorkomende aggregaten van één of meer mineralen. Ze kunnen grofweg in drie hoofdgroepen ingedeeld worden:

1. *Magmatische gesteenten*: ontstaan door stolling van magma, dat is vloeibaar gesteentemateriaal. Voorbeelden: graniet, basalt, tefriet.

2. *Sedimentaire gesteenten*: door verschillende processen (verwering, erosie, afzetting en eventueel verkitting) aan ( of dicht onder) het aardoppervlak gevormd. Voorbeelden: zandsteen, siltsteen, kalksteen, vuursteen, maar ook losse gesteenten als klei en zand horen hiertoe.

3. *Metamorfe gesteenten*: gesteenten die bij verhoogde temperatuur (en vaak ook verhoogde druk) een verandering hebben ondergaan in structuur en/of mineralogische samenstelling. Voorbeelden: leisteen, marmer, kwartsiet.

Archeologen spreken vaak van natuursteen en vuursteen, alsof het twee naast elkaar staande, verschillende categorieën betreft. Dit is nomenclatorisch onjuist (vgl. "dieren en koeien"). Daar vuursteen in de

Steentijd de belangrijkste grondstof was, is er een eigen specialisme ontstaan, waarbij de aandacht voor andere steensoorten is veronachtzaamd. In deze specialismen is veel kennis ontwikkeld omtrent typologie, productietechnieken en gebruikssporen, die ook van nut zouden kunnen zijn voor voorwerpen van andere steensoorten die in de Steentijd zijn gebruikt. Het verdient dan ook aanbeveling dat de vuursteenspecialist zijn kennis naar deze steensoorten uitbreidt, of dat deze specialist zeer nauw samenwerkt met de specialist voor de andere steensoorten. Om die reden wordt voor de behandelwijze van het vroege steenmateriaal verwezen naar het hoofdstuk over vuursteen.

Gesteenten zijn in het verleden gebruikt voor de productie van diverse soorten gereedschap (slijpstenen, maalstenen, vijzels, gewichten, etc.) bouw- en beeldhouwwerk, waaronder sarcophagen. Gesteenten zijn ook gewonnen voor de productie van aardewerk, glas en metalen (ook ertsen zijn gesteenten!).

Verder zijn de organogene sedimenten van belang, zoals steenkool, barnsteen, koraal en git. Ook sierstenen kunnen worden aangetroffen, zoals edelstenen (topaas), halfedelstenen (granaat/almandien en diverse kwartsvarianten, etc.).

In ons land worden veel stenen als zwerf-/rolsteen gevonden, terwijl andere in groeves zijn gewonnen uit vast gesteente.

## Onderzoek

Natuursteen komt voor op nagenoeg alle archeologische vindplaatsen, vanaf het Paleolithicum tot de Moderne Tijd en het is verbazingwekkend dat het, met uitzondering van vuursteen, een stiefmoederlijk behandelde vondstcategorie is, die lang niet altijd gedetermineerd wordt en soms maar ten dele verzameld wordt. De afwezigheid van vast gesteente in Nederland maakt juist dat deze vondstcategorie zo rijk aan informatie is. Naast de typologie van bepaalde voorwerpen, geeft het inzicht in op de site verrichte ambachten, in activiteitsgebieden en de intensiteit daarvan, denk aan malen, vissen, slijpen (metaalbewerking). Het geeft ook inzicht in de technologie van de gereedschapsproductie. Vanaf de Romeinse tijd draagt het natuursteenonderzoek bij aan de kennis van bouwmaterialen en -technieken. Herkomstbepalingen van steen draagt bij aan de kennis over handelscontacten en netwerken. In sommige gevallen kan ook natuursteen bijdragen aan de datering van de vindplaats, dit geldt vooral voor Romeins en (Vroeg-) Middeleeuws materiaal.

Het reguliere onderzoek omvat de macroscopische determinatie van de steensoort en het object wat er van gemaakt is. Dit omvat kwalitatieve eigenschappen (kleur, vorm, steensoort, bewerking-/gebruikspoor, type van artefact, typo-chronologie, post-depositionele sporen) en kwantitatieve eigenschappen (formaat, aantal, gewicht en fragmentatiegraad).

Specifiek onderzoek wordt gebruikt om bovengenoemde kwalitatieve

eigenschappen te kwantificeren, zoals het meer inzicht krijgen in steensoorten en hun herkomstgebieden; aard van gebruiks-/productiesporen; conserveringstoestand en degradatieprocessen van de verschillende steensoorten in verschillende bodemmilieus.

De volgende technieken worden algemeen gebruikt:

- \* microscopische analyses (doorvallend/opvallend licht);
- \* röntgendiffractometrie (XRD), voor het mineralogisch onderzoek.
- \* microprobe en scanning electron microscope (SEM) voor in situ analyses in een voorwerp.

Verder bestaan er fysisch-chemische analysemethoden, zoals neutronenactiveringsanalyse (NAA), röntgenfluorescentie (XRF), infraroodspectrometrie (IR) en vele andere om de samenstelling (hoofd- en/of sporenelementen) te bepalen. In enkele gevallen kan het zinvol om fysische eigenschappen zoals soortelijke gewicht of breeksterkte te bepalen.



## VELDWERK

### **Verzamelen**

*In het algemeen dient al het natuursteen uit een vindplaats verzameld te worden. Als er echter selecties moeten plaatsvinden (te grote hoeveelheid of grootte van de steen) zullen deze door een natuursteenspecialist gedaan moeten worden. Niet bewerkte stenen kunnen net zulke belangrijke informatiedragers zijn als herkenbare 'mooie' artefacten. Bij het opstellen van een Programma van Eisen voorafgaande aan het onderzoek dient een natuursteenspecialist te worden geraadpleegd. Op deze wijze kan men op de hoogte worden gesteld van bestaande onderzoeksvragen met betrekking tot specifieke perioden, gebieden en/of vindplaatstypen. Tevens kunnen dan gezamenlijk onderzoeksvragen worden opgesteld en kan overleg worden gevoerd over de verzamel- en onderzoeksstrategie ten behoeve van de beantwoording van de onderzoeksvraag.*

*Vanaf de IJzertijd is er een toename van de variatie in steensoorten en objecten op de meeste vindplaatsen waar te nemen. Bovendien is dit materiaal vaak over grotere afstand en uit groeven aangevoerd. Om herkomst en handelswegen te kunnen onderzoeken is het van wezenlijk belang dat het materiaal in zijn totaliteit verzameld wordt. Vanaf de Romeins tijd komen ook bouwconstructies (wegen, bruggen fundamenteen en muren) van natuursteen voor, het is van groot belang dat voor de documentatie van deze constructies de natuursteenspecialist wordt geraadpleegd.*

*Natuursteen is ook een materiaal dat vaak is hergebruikt, vooral in de (Vroege) Middeleeuwen. Dit is door de specialist met diachrone kennis van het materiaal vast te stellen.*

### **Reinigen, drogen (nummeren) en verwerken van monsters**

*Steen is niet gevoelig voor wassen en het materiaal kan licht gewassen worden om grond te verwijderen. Toch moet gelet worden op sporen van residu's, gebruiksporen en mortelresten.*

*Zie voor Steentijdmateriaal ook het hoofdstuk over vuursteen.*

### **Overdracht aan de specialist**

Indien niet alle natuursteen van een vindplaats aan de specialist aangeboden kan worden, moet in overleg met de specialist op de opgraving een selectie gemaakt worden. Bij het overdragen van de natuursteen voor

determinatie en analyse aan een specialist moet relevante informatie (opgravingsgegevens in vorm van plattegronden, profielen, spoornummers en (voorlopige) dateringen en andere belangrijk informatie) meegeleverd worden.

## Literatuur

Drenth, E., en H. Kars 1990: Non-Flint Stone Tools from Two Late Neolithic Sites at Kolhorn, Province of North Holland, The Netherlands, *Palaeohistoria* 32, 21-46.

Kars, E.A.K. 2001: Natuursteen, in: A.A.A Verhoeven, (red.) , *Twaalf eeuwen bewoning langs de Linge bij de Stenen Kamer in Kerk-Avezaath (ca.750-1998)*, Rapportage Archeologische Monumentenzorg.

Kars, H.1984: *Early- Medieval Dorestad an Archeo-Petrological Study*, proefschrift VU Amsterdam (ook verschenen in de vorm van een aantal artikelen in de *Berichten Rijksdienst Oudheidkundig Bodemonderzoek*, jrg. 30-31).

## Adressen

Voor prehistorisch natuursteen, zie ook het hoofdstuk over vuursteen.

Het Archeologische Diensten  
Centrum (ADC)  
Energieweg 14, 3751 LT Bunschoten  
tel.: 033-2998181  
fax: 033-2998180  
[www.archeologie.nl](http://www.archeologie.nl)

## ROB

Afdeling Archeometrie  
Kerkstraat 1, 3811 CV Amersfoort  
Postbus 1600, 3800 BP Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
fax: 033-422 77 99  
[www.archis.nl](http://www.archis.nl)

## 17. VUURSTEEN

### Aard en voorkomen

Voor de prehistorie, en dan vooral voor de steentijd, is vuursteen één van de belangrijkste informatiebronnen. Vuursteen vergaat niet en wordt in grote aantallen aangetroffen. De verwerking van vuursteenvondsten in het veld is niet zo gecompliceerd als bij andere materiaalgroepen. In dit hoofdstuk gaat het uitsluitend over vuursteen, inclusief enkele veel gebruikte kwartsietsoorten die op dezelfde wijze bewerkt worden als vuursteen, en de verschillende thema's die daarbij van belang zijn. De aandacht is daarbij vooral gericht op de meest algemeen voorkomende zaken. Onderwerpen zoals de opzet van een onderzoek en de opgravingsmethoden en technieken komen hier niet aan bod.

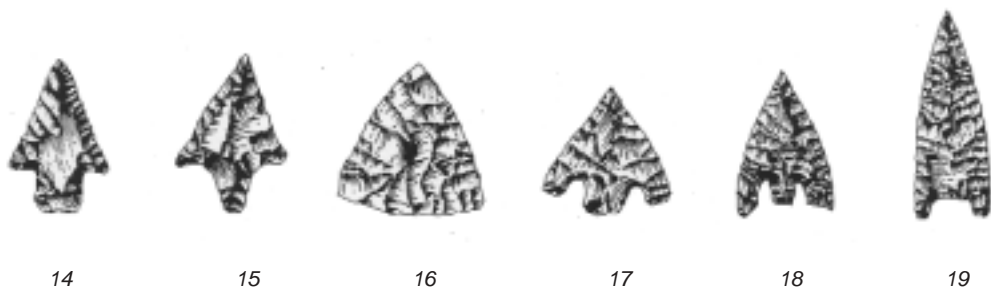
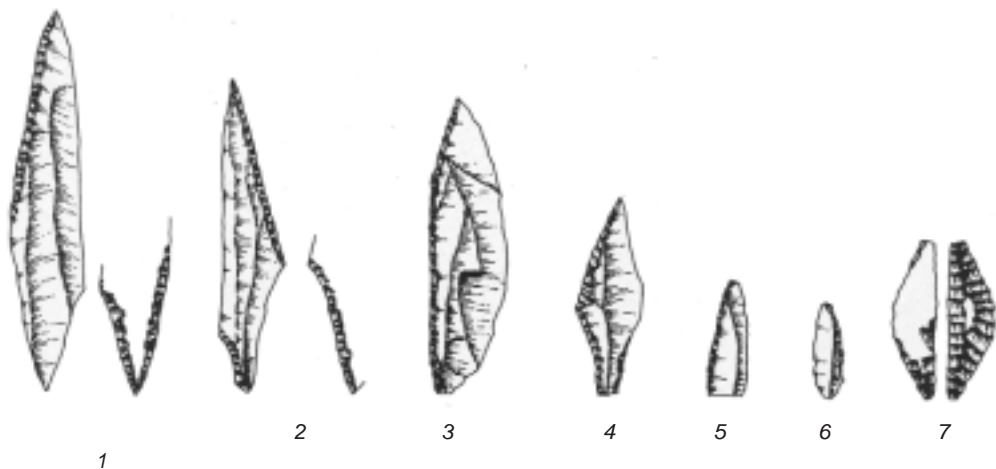
Niet al het vuursteen dat op een vindplaats wordt aangetroffen is daar door mensen aangevoerd. In de delen van Nederland die in de Saale-ijstijd waren bedekt met gletsjers en in de delen van Zuid-Limburg met vuursteenrijke afzettingen moet ook rekening worden gehouden met niet door mensen bewerkt vuursteen. De mens gebruikte vuursteen uit secundaire bronnen: glaciële afzettingen, rivieren en stranden en uit primaire voorkomens: de kalkafzettingen in Zuid-Limburg. Zo kan er een groot aantal verschillende grondstofgroepen worden onderscheiden met ieder eigen specifieke kenmerken. Ook werd gebruik gemaakt van kwartsietsoorten die uit slechts enkele primaire bronnen afkomstig zijn, zoals

Wommersom in België. Het onderzoek van grondstoffen levert veel informatie over lange-afstand contacten.

Vuursteen is zeer resistent, maar toch kan verwerking optreden. Op vuursteen zijn dan verschillende glans- en kleurveranderingen zichtbaar. In veel gevallen is dit ook een aanwijzing dat het om oude, vaak paleolithische, artefacten gaat.

### Onderzoek

Door de grote hoeveelheden vuursteen die in het verleden bewerkt zijn, is vuursteen bij uitstek geschikt om vindplaatsen op te sporen. Bij een opgraving is natuurlijk de ruimtelijke informatie van groot belang. Dit is o.a. de basis voor het herkennen van activiteitsgebieden en het afbakenen van vindplaatsen. Ook het refittingonderzoek -waarbij getracht wordt alle vuursteentjes weer aan elkaar te passen- levert hier een belangrijke bijdrage aan. De technische analyse van de bewerking van het vuursteen, het onderzoek van de gebruikte grondstoffen, de werktuigtypologie en het gebruikssporenonderzoek, zijn de belangrijkste onderzoeksmethoden om o.a. de ouderdom, culturele toewijzing, de mate van versterking en de functie van de vindplaats vast te stellen. Het zijn allemaal bouwstenen waarmee uiteindelijk een poging ondernomen kan worden om een reconstructie te maken van wat er zich op de vindplaats in het verleden heeft afgespeeld.



*Verskillende typen prehistorische vuurstenen spitsen  
(75% van de ware grootte)*

*Laat Paleolithicum*

*1=Havelte-spits; 2=kerfspits; 3=Ahrensburg-spits;  
4=Federmesser (Tjonger)-spits.*

*Mesolithicum (5-6: vroeg, 7: midden, 8-9: laat)*

*5=A-spits; 6=B-spits; 7=Feuille de Gui (mareblad)-spits;  
8=smal trapezium; 9=breed trapezium.*

*Neolithicum (10: vroeg, 11-13: midden, 14-17: laat)*

*10=LBK-spits (Lineaire bandkeramiek); 11=driehoekige  
spits met halfvlakdekkende retouche  
(Michelsbergcultuur); 12=bladvormige spits met half-  
vlakdekkende retouche (Michelsbergcultuur); 13=trans-  
versale spits (Trechterbekercultuur/Vlaardingen-  
/Steingroep); 14=denneboomvormige spits  
(Vlaardingen-/Steingroep); 15=gesteelde driehoekige  
spits (Enkelgrafcultuur); 16=driehoekige spits  
(Klokbekercultuur); 17=gesteelde spits met weerhaken  
(Klokbekercultuur).*

*Vroege Bronstijd*

*18=gesteelde spits met weerhaken; 19=driehoekige  
spits met holle basis.*

*(Tekening: L. Verhart)*

## VELDWERK

### Verzamelen

Vuursteen wordt op verschillende wijzen verzameld, afhankelijk van het type onderzoek.

In het prospectieonderzoek worden stukken vuursteen meestal van het oppervlak opgeraapt. Een dergelijk methode van verzamelen kan het beste worden uitgevoerd op geploegde akkers na een flinke regenbui. Vondsten worden geregistreerd op een kaart en voorzien van een nummer.

Een andere methode van prospectief onderzoek is het boren en het graven van zeer kleine proefputjes (25 bij 25 cm). Het grondmonster wordt gezeefd en de aangetroffen vondsten per monsternummer geregistreerd en opgeborgen. Bij een maaswijdte van 4 mm blijven artefacten vanaf zo'n 5 mm achter. Fijnere maaswijdten kunnen ook toegepast worden. Het boren kan geschieden met Edelman-boren met verschillende diameters tot max. 20 cm. Hoe groter de boor des te groter het grondvolume, maar diep boren, vooral in zware grond, is niet eenvoudig. Bij het graven van kleine proefputjes wordt een groter grondvolume verzameld waardoor vaak beter uitspraken over de verwachtingen ter plaatse gedaan kunnen worden. Een bijkomend voordeel is dat meestal ook het bodemprofiel vastgelegd kan worden.

Bij opgravingen worden de vondsten verzameld afhankelijk van de vraagstelling. Als de stratigrafie belangrijk is, dan wordt meestal individueel, driedimensionaal ingemeten. Dit individueel inmeten gebeurt ook veel op opgravingen waarin de vondsten zich in een zandige matrix bevinden. De vondsten worden door het krabben of troffelen van de grond opgespoord en de uitgegraven grond vaak gezeefd. Een dergelijke methode is bruikbaar bij vindplaatsen waar ook nog andere materialen aangetroffen kunnen worden, bijvoorbeeld aardewerk. Als op een vindplaats echter alleen vuursteen wordt verwacht dan kan ook uitsluitend gezeefd worden, het liefst in vakken van 25 bij 25 cm, eventueel in verschillende laagdikten. Als er nat gezeefd kan worden dan hebben zeven met kunststofgaas de voorkeur, omdat dan voorkomen wordt dat op het vuursteen een metaalpatina ontstaat die het gebruikssporenonderzoek kan bemoeilijken.

### Vondstverwerking

De vondstverwerking van vuursteen is vrij eenvoudig. Het vuursteen wordt gewassen, genummerd en opgeborgen in plastic zakjes. Werktuigen worden apart verpakt en niet gewassen i.v.m. gebruikssporenonderzoek.

## Overdracht aan de specialist

Voor verder onderzoek en analyse worden de vondsten overgedragen aan een specialist. Deze bestudeert het materiaal op technologische en typologische kenmerken, doet onderzoek naar de gebruikte grondstoffen, dateert en karakteriseert de artefacten. Het gebruikssporenonderzoek

wordt vaak door een andere specialist uitgevoerd. De selectie van de artefacten die het meest geschikt zijn voor verdere bestudering wordt meestal door de gebruikssporenspecialist uitgevoerd. Deze specialist tracht vast te stellen waarvoor en hoe artefacten gebruikt zijn.

## Literatuur

Beuker, J.R. 1983: *Vakmanschap in vuursteen*. Assen.

Deeben, J en E. Drenth (red.) 1998: *Bijdragen aan het onderzoek naar de Steentijd in Nederland. Verslagen van de "Steentijddag" 1*. RAM 68.

Gijn, A.L. van 1990: *The wear and tear of flint: principles of functional analysis applied to Dutch Neolithic assemblages*. Leiden.

Johansen, L. 2000 : *Fitting Facts. Refitting analyses of lithic materials from Stone Age sites in The Netherlands, Denmark and Greenland*. Kopenhagen.

Tixier, J., e.a. 1980: *Préhistoire de la pierre taillée 1: terminologie et technologie*. Valbonne.

Verhart, L.B.M. 2000: *Times fade away. The neolithization of the southern Netherlands in an anthropological and geographical perspective*. Leiden.

## Adressen

Lykke Johansen  
Boterdiep 105, 9712 LM Groningen  
tel.: 050-3146063

Stone Age  
Bloemendaalseweg 56/58,  
2804 AB Gouda  
tel.: 0182-571715  
lbmverhart@hetnet.nl

Archol  
Postbus 9515, 2300 RA Leiden  
tel.: 071-5273313

Universiteit Groningen  
ARC BV  
Postbus 41018, 9701 CA Groningen  
tel.: 050-3687100  
fax: 050-3687199  
e-mail: info@arcbv.nl

ROB  
Kerkstraat 1, 3811 CV Amersfoort  
tel.: 033-4227777  
fax: 033-4227799

# Archeologie



## 18. SLAKKEN EN VERBRAND OF GESINTERD MATERIAAL

### Aard en voorkomen

Dit hoofdstuk behandelt de resten van pyrotechnische processen, oftewel de afvalproducten die vrijkomen bij blootstelling van materiaal aan vuur. Bij de eerste selectie in het veld komen de volgende materialen vaak in de categorie slak terecht: ijzerslak, ijzererts, gebrande leem en gesinterd materiaal. Een slak is een afvalproduct van metaalproductie, -verwerking, en non-metallurgische processen, zoals kalkbranden, baksteenproductie, aardewerkproductie en glasproductie en -verwerking.

Gezien de resistentie tegen secundaire degradatie zal het materiaal in vrijwel elke site vanaf de Bronstijd voorkomen. Een uitzondering is gebrande leem, dat namelijk zeer fragiel kan zijn.

### Ijzerslak

Ijzerslak kan van verschillende processen afkomstig zijn: productie van ijzer, en het zogenaamde herverhitten en smeden van ijzer. Productie-, en herverhittingslakken worden in verhouding minder vaak teruggevonden, veel vaker gaat het om smeedslakken. Productie slakken kunnen in situ liggen (slakkenhoop, in of naast een oven, kuilovenslak in kuiloven). Herverhittings- en smeed slakken worden ook in situ aangetroffen (hamerslag in een smidse, smeedslakken in een smeedhaard), meestal echter worden de grotere exemplaren in een afvalkuil gevonden of verspreid over de opgraving. Productieslakken en smeedslakken zijn grofweg als volgt te onderschei-

den: productieslakken hebben vaak een metallisch oppervlak en zijn niet magnetisch; smeedslakken hebben vaak een roestig uiterlijk en zijn magnetisch; herverhittingslakken kunnen kenmerken van beide voorgaande typen slak hebben.

### Ijzererts

Dit kan als erts op een ijzerproductie site worden gevonden of als bouwmetaal in een fundering.

### Gebrande en gesinterde klei (van haarden, ovens)

Dit wordt vaak bij het slakmateriaal aangetroffen. Gebrande klei van smeltkroezen of mallen kunnen samen met slakken voorkomen, maar dat hoeft niet. Deze laatste materialen worden gebruikt voor het smelten en gieten van metalen zoals koper en brons en niet bij de vroege ijzerverwerking.

Voorafgaand aan een opgraving moeten de resultaten van veldverkenningen besproken worden met specialisten. Met name uit boorresultaten kunnen voorspellingen gedaan worden over de locatie en aard van het te verwachten materiaal.

### Onderzoek

Onderzoek aan slakken geeft inzicht in de technologie en organisatie binnen een site en de sociaal-economische condities waarbinnen een site functioneert zowel op regionaal als bovenregionaal niveau. Daarnaast levert het slakonderzoek kennis op

van de materiële cultuur en draagt het bij aan het totaalbeeld van de site. Onderzoeksvragen en mogelijkheden zijn sterk afhankelijk van de periode en bodemgesteldheid, daarom worden hieronder een uitsplitsing gemaakt naar specifieke aandachtspunten per periode en vondstomstandigheden. In Nederland wordt een onderscheid gemaakt tussen een natte en een droge context.

De primaire uitwerking van het onderzoek aan slakken omvat determinatie, wegen, datering en vaststellen van de archeologische context. Uit dit materiaal wordt vervolgens een selectie gemaakt voor nader onderzoek. Na het maken van een representatieve steekproef kan het overige materiaal weg. Aanvullend op het slakonderzoek worden alle botanische monsters met behulp van een röntgenapparaat gescand op het voorkomen van klein slakmateriaal. In overleg met de botanische afdeling worden de monsters verder verwerkt.

Er bestaan enkele specifieke onderzoeksvormen en -technieken

- \* Chemische analyse (XRF, ICP\_AES, XRD)
- \* Microscopische analyse (opvallend en doorvallend licht)
- \* Microprobe/SEM

## VELDWERK

### **Verzamelen**

Slakken en gebakken of gesinterd materiaal vormen een weerbarstige groep. In het veld is zelfs een eerste determinatie van dit materiaal niet altijd mogelijk. Daarom is selectie in het veld door niet-specialisten op dit gebied vrijwel onmogelijk. Het materiaal dient daarom volledig verzameld te worden. Om het dichtslibben van magazijnen te voorkomen, moet zo snel mogelijk ten minste een primaire uitwerking plaats vinden. De selectie van het materiaal kan grotendeels in het veld plaatsvinden. In uitzonderlijke gevallen, zoals het aantreffen van resten in situ en grote hoeveelheden of concentraties van materiaal dient de specialist opgeroepen te worden. Dit voorkomt dat detailinformatie verloren gaat. Hieronder worden de specifieke kenmerken per periode genoemd, voor elke latere periode gelden ook de specificaties voor de voorgaande perioden.

### **Neolithicum**

Licht gebakken klei is erg teer en mag in geen geval worden gewassen. Sporen en fijne details op de klei kunnen indicatief zijn voor de specifieke functie.

### **Bronstijd en Vroege IJzertijd**

Speciale aandacht moet worden gegeven aan het voorkomen van mallen. Deze zijn vaak zeer fragmentarisch en de sporen erop zijn vaak niet direct herkenbaar. Dit materiaal moet niet worden gewassen, niet uitdrogen en niet in zakken worden gedaan. Bij voorkeur moet het materiaal in gesloten zakken worden bewaard waarbij de kans op schuren vermeden moet worden. Daarnaast moet het zo snel mogelijk worden onderzocht.

Bronsschuim (slak die op het gesmolten metaal in een smeltkroes ontstaat) komt vaak versplinterd voor en wordt daardoor over het hoofd gezien. Ook met de metaaldetector is het vaak niet te vinden.

Smeedslakken uit deze context zijn zeldzaam en verdienen daardoor extra aandacht.

### **Midden-IJzertijd tot de vroeg-Romeinse periode**

Vanaf de Midden-IJzertijd komen ijzeren artefacten vaker in de opgraving voor. Deze zijn vaak moeilijk van ijzerslakken te onderscheiden vanwege de sterke corrosie en moeten meteen worden geröntgend en gestabiliseerd.

In deze periode kunnen ook slakken voorkomen waarin sporen van meervoudige metaalbewerking terug te vinden zijn. Met name de combinatie brons en ijzer komt voor. Het is van belang dat dit type slak zo snel mogelijk door een specialist wordt bekeken. Dit geldt met name voor materiaal uit natte context.

In de Midden-IJzertijd komt de ijzerproductie op. De combinatie van productieslakken, die in dit geval op smeedslakken kunnen lijken, met gesinterde en verslakte klei kan informatie opleveren over het oventype dat is gebruikt bij de productie. Met name de klei kan in de bouwvoor terecht zijn gekomen, daarom moet de locatie van klei en slak uit de bouwvoor goed gedocumenteerd worden.

### **Romeinse tijd**

*In de Romeinse tijd wordt de smeedhaard vaak bekleed met leisteen, het is daarom van belang dat bij de uitwerking de natuursteenspecialist en de slakspecialist contact hebben. Vanwege de grote hoeveelheid materiaal (slak en natuursteen) is selectie in het veld door een specialist aan te raden. De Romeinen gebruikten bij het smeden mogelijk ook steenkool. Het is van belang de datering van de context in de gaten te houden.*

### **Vroege Middeleeuwen**

*In deze periode kunnen de resten van grootschalige ijzerproductie voorkomen in de vorm van slakkenhopen. Deze bevinden zich meestal buiten de nederzetting maar kunnen ook daarbinnen voorkomen. Het compleet opnemen van het materiaal is dan over het algemeen niet mogelijk, bemonstering en documentatie dient in dit geval door een specialist gedaan te worden.*

### **Late Middeleeuwen en Nieuwe tijd**

*Door de introductie van de hoogoven ontstaat er een totaal ander type ijzerproductie slak. Het is van belang de datering van de context in de gaten te houden omdat de slakken zelf geen enkele aanwijzing voor datering meer bieden. Koperslakken uit deze periode wijzen op negentiende- en twintigste-eeuwse productie, bemonstering hiervan is dus niet noodzakelijk.*

### **Bemonsteren**

*Klein slakmateriaal, zoals hamerslag, kan een aanwijzing zijn voor de aanwezigheid van een smeedhaard. Eigenlijk zou elke houtskoolrijke plek daarom bemonsterd moeten worden. In ieder geval kunnen alle (botanische) monsters met behulp van een röntgenapparaat gescand worden op het voorkomen van klein slakmateriaal. De monsters mogen voor het röntgenen niet worden gezeefd, gedroogd of geflooteerd. Indien mogelijk moeten de monsters worden geseald om uitdroging te voorkomen. Het monstervolume bedraagt minimaal 5 liter. Kleine sporen moeten bij voorkeur volledig worden verzameld.*

*Indien op een bepaalde plek een concentratie materiaal aanwezig is (niet in één spoor), is het nuttig om, in overleg met de specialist, random monsters te nemen in de directe omgeving en binnen de concentratie om de betekenis van een dergelijke concentratie vast te stellen.*

### **Reinigen, drogen (nummeren) en verwerken van monsters**

*De monsters moeten op de standaard wijze worden gedocumenteerd. Bij de verwerking van de monsters moet rekening worden gehouden met bovengenoemde beperkingen. De met het röntgenapparaat gescande monsters worden in overleg met de botanische afdeling verder verwerkt.*

### Overdracht aan de specialist

Indien niet alle verzamelde slakken en monsters aan een specialist ter onderzoek kunnen worden aangeboden, moet in overleg met de specialist een selectie worden gemaakt.

Bij het overdragen van slakken voor determinatie en analyse aan een specialist, moeten de voor de interpretatie noodzakelijke opgravingsgegevens, dateringen en contextinformatie worden meegeleverd.

### Literatuur

Bachmann, H.-G. 1982: *The identification of slags from archaeological sites*, London (Institute of Archaeology / Occasional publication 6).

Doswald, C., A. Duvauchelle, L. Eschenlohr, W. Fasnacht, V. Schaltenbrand Obrecht, M. Senn-Luder, V. Serneels 1997: *Grabungstechnik. Erze, Schlacken, Eisen: Einführungskurs zum Studium der frühen Eisenmetallurgie und der Bestimmung der Abfälle dieser Industrie*. Basel.

Sperl, G: 1980: *Über die Typologie urzeitlicher, frühgeschichtlicher und mittelalterlicher Eisenhüttenschlacken, studien zur industrie-archäologie VII*, Wien.

### Adressen

Ineke Joosten  
Instituut Collectie Nederland (ICN)  
afdeling Conserveringsonderzoek  
Postbus 76709, 1070 KA Amsterdam  
tel.: 020-3054688/728  
fax: 020-3054700  
e-mail: Ineke.Joosten@icn.nl

Patrice de Rijk  
Niedersächsisches Institut für historische Küstenforschung  
Viktoriastrasse 26, D 26382  
Wilhelmshaven  
Duitsland  
tel.: ++49 4421915143  
e-mail: patrice.rijk@nihk.terramare.de

Matthijs van Nie  
p/a Admiraal de Ruyterweg 285 1h,  
1055 LV Amsterdam  
tel.: 06-23102251  
e-mail: h.j.m.nie@frw.uva.nl

# Archeologie

# Onderzoekstechnieken

## 19. DENDROCHRONOLOGISCH ONDERZOEK

### Onderzoek

Hout was in het verleden een veel gebruikt bouw materiaal en is daarom een omvangrijke, archeologische vondstcategorie. Dendrochronologisch onderzoek van eik kan leiden tot een op het jaar - en soms seizoen - nauwkeurige datering van het tijdstip waarop de boom werd gekapt. Ook es, iep, beuk, zilverspar en grove den zijn onder zekere voorwaarden bruikbaar. Exacte dateringen zijn onmisbaar voor ons inzicht in de chronologie (volgorde/gelijktijdigheid) en schaal (het organisatieniveau) van gebeurtenissen uit het verleden. Nader statistisch onderzoek van jaarringpatronen, al dan niet in samenhang met ander soortige gegevens, leidt tot landschaps- en klimaatreconstructies, meer inzicht in de interactie tussen mens en landschap en de reconstructie van handelsroutes.

Bij dendrochronologisch onderzoek worden de jaarringbreedten in het hout opgemeten. De resulterende meetreeks wordt gedateerd door vergelijking met bestaande, regionale, referentiekalenders uit Nederland en de omliggende landen.

Er bestaan ook specifieke onderzoekstechnieken:

\* **Herkomstbepaling:** de globale herkomst van het hout wordt vastgesteld aan de hand van de bij de datering meest succesvolle referentiekalenders.

\* **<sup>14</sup>C-datering:** dendrochronologisch

ondateerbaar hout kan met de <sup>14</sup>C-methode gedateerd worden.

\* **Bosreconstructie:** de ontwikkeling van voormalige bossen kan gereconstrueerd worden met behulp van een combinatie van technieken: houtsoortdeterminaties en dendrochronologie, micromorfologisch bodemonderzoek, palynologie, de analyse van macroresten en insecten (mijten), en de analyse van de boomvormologie (wortels, stammen, takken).

## VELDWERK

### **Bemonsteren; algemeen**

De monstername wordt bepaald door:

1. de onderzoeksvraagstelling
2. het type object

#### **Ad. 1**

Bij het opstellen van een Programma van Eisen en/of voorafgaande aan het onderzoek dient een dendrochronoloog te worden geraadpleegd. Op deze wijze kan men op de hoogte worden gesteld van bestaande dendrochronologische vragen m.b.t. specifieke perioden, gebieden en/of vindplaatstypen. Tevens kunnen dan gezamenlijke onderzoeksvragen worden opgesteld en kan overleg worden gevoerd over de bemonsterings- en onderzoeksstrategie in relatie met de beantwoording van de onderzoeksvragen.

#### **Ad. 2**

Het karakter van een vondst heeft consequenties voor de monstername. Een 'gewone vondst' wordt op een andere manier bemonsterd dan bijvoorbeeld een houten tempel.

Voor dendrochronologisch daterend onderzoek moet een monster 60 of meer ringen hebben. Om de kans op een datering zo groot mogelijk te laten zijn, moeten zoveel mogelijk monsters genomen worden. Het dendrochronologisch laboratorium moet zelf de beste keuze onder de monsters kunnen maken. Bovendien is de kans groot dat individuele monsters geen datering opleveren maar de middelcurve van een aantal monsters samen wel. De aanwezigheid van spinthout (de circa 15 tot maximaal 50 buitenste ringen van een boom, die het kernhout omringen) en de laatst gegroeide jaarring onder de schors, is belangrijk voor de exactheid van de datering.

### **Bemonsteren; werkwijze**

Let bij het nemen van een dendrochronologisch jaarringenmonster op het volgende:

- Neem de grootst mogelijke diameter.
- De te zagen schijf moet niet dikker dan 5-6 cm zijn.
- Neem, indien aanwezig, het stuk van de paal/stam met alle jaarringen van merg tot en met spinthout en liefst de laatst gegroeide jaarring. Deze is vaak te herkennen aan de aanwezigheid van schors.
- Neem een stuk zonder rotte plekken of rotte kern.
- Vermijd de stukken met vergroeiingen in het jaarringpatroon, zoals bij zijtakken of de overgang naar het wortelhout.
- Om te voorkomen dat het spinthout losraakt van het kernhout, kan men van tevoren het te zagen deel omwinden met verband of stevige tape en zo schors, spinthout en kernhout bij elkaar houden.
- Verpak elk individueel monster in een schone plastic zak.



- Seal het monster zonder water in, met het vondstnummer duidelijk zichtbaar aan de buitenkant.

Desnoods kunnen er twee monsters van één stam genomen worden: één met spinthout en één met de meeste jaarringen, als deze twee vereisten niet op hetzelfde stuk te vinden zijn.

*N.B.*

Eikenhout is in het veld over het algemeen makkelijk te herkennen:

- Het kernhout: is taai en vezelig, de kleur is donkerbruin tot zwart.
- Het spinthout (niet altijd aanwezig): een lichtbruine tot zandkleurige rand om het kernhout. Spinthout is in vergelijking met het harde taai kernhout erg zacht en laat gemakkelijk los.
- In het horizontale vlak (de zogenaamde kopse kant van een paal of stam) is de specifieke houtcelstructuur van eik met het blote oog te zien als concentrische rijen gaatjes, met dwars daarop vanuit de kern naar de buitenste ringen toe, glanzende banen, als de spaken van een wiel.
- Bovenste aangetaste delen van eiken palen hebben vaak een rafelige zwarte 'pluim'.
- Het kernhout van subfossiele eik is in de meeste gevallen niet te breken met de hand, dit in tegenstelling tot andere houtsoorten (met uitzondering van naaldhout, dat echter alle andere kenmerken van eik mist)

Eiken palen en palen van naaldhout zijn vaak zo hard dat een kettingzaag gebruikt moet worden. Het werken met een kettingzaag is gevaarlijk en mag alleen door speciaal opgeleide mensen gedaan worden. Zijn die niet aanwezig, dan kunt u de plantsoendienst of afdeling groenvoorziening van de gemeente inschakelen.

Bijzondere objecten: dienen niet bemonsterd te worden, maar in hun geheel te worden uitgegraven, gewassen en verpakt (zie richtlijnen hoofdstuk 3: onverkoold hout).

### **Bemonsteren t.b.v. specifiek(e) onderzoek(stechnieken)**

Herkomstbepaling: optimaal is monstername van alle voor dendrochronologisch onderzoek geschikte stukken hout in de opgraving;

Bosreconstructie: hiertoe dient het voormalige bos (steekproefsgewijs) opgegraven te worden. De morfologie van de boom(resten) - wortels, stammen, takken - dienen in het veld te worden vastgelegd. Optimaal is de monstername van alle voor dendrochronologisch onderzoek geschikte houtresten van het voormalige bos in de opgraving.

### **Reinigen, drogen en verwerken van monsters**

Het hout dient gewassen te worden en in plastic te worden verpakt (inclusief vondstkaartje met de relevante gegevens).

### **Tijdelijke opslag**

*In verband met een mogelijk snel verslechterende conservering dient het materiaal binnen één tot enkele maanden naar een dendrochronologisch laboratorium gestuurd te worden.*

### **Overdracht aan de specialist**

Indien niet alle verzamelde houtmonsters aan een specialist ter onderzoek worden aangeboden, moet in overleg met de specialist een selectie worden gemaakt. Bij de overdracht van het

materiaal aan een specialist moeten de voor de interpretatie noodzakelijke opgravinggegevens, dateringen en contextinformatie worden meegeleverd.

### **Literatuur en website**

Baillie, M.G.L., 1982: *Tree-Ring Dating and Archaeology*. London.

Jansma, E., 1995: *RemembeRINGS. The Development and Application of Local and Regional Tree-Ring Chronologies for the Purposes of Archaeological and Historical Research in the Netherlands*. ( Nederlandse Archeologische Rapporten 19). Amersfoort.

<http://web.utk.edu/~grissino>

### **Adressen**

ROB

Nederlands Centrum voor

Dendrochronologie RING

Postbus 1600

3800 BP Amersfoort

tel.: 033 4227513/514

fax: 033 4227799

## 20. <sup>14</sup>C-DATERING

Organismen, die tijdens hun leven koolstof opnemen, verkrijgen daarbij de <sup>14</sup>C-evenwichtsconcentratie van hun omgeving. Tijdens de groei kan het koolstof en daarmee ook het <sup>14</sup>C worden vastgelegd in cellen, zoals in plantenmateriaal als zaden en boomringen, en is dan niet meer mobiel. Het kan ook zijn dat het koolstof zich verspreid over het organisme en tijdens het leven in evenwicht is met de omgeving. De uitwisseling met de omgeving staakt dan bij de dood van het organisme. Geen nieuw <sup>14</sup>C wordt nog aangevoerd en de aanwezige <sup>14</sup>C-concentratie begint vanaf dat moment af te nemen door het radioactief verval: de <sup>14</sup>C-klok is gestart.

### **materiaalkeus**

Allereerst kan alleen materiaal dat representatief is voor een bepaalde gebeurtenis gebruikt worden voor de reconstructie van deze gebeurtenis. Het is zaak om hieromtrent van tevoren zekerheid te hebben. Onbetrouwbare monsters leveren ook een datering, maar een datering die per definitie geen betrouwbare relatie kan herbergen.

Geschikt of ongeschikt materiaal hangt af van de kennis omtrent de koolstofopname - en zo ook de <sup>14</sup>C-opname van het materiaal. Aan de hand van de bepaling van het <sup>14</sup>C-gehalte van het materiaal - de bepaling van de ratio van het aantal <sup>14</sup>C-atomen ten opzichte van het aantal <sup>12</sup>C-atomen - wordt de tijdsduur bepaald van het radioactief verval. In hoeverre uit deze tijdsduur, de <sup>14</sup>C-

datering, ook de feitelijke datering van een specifieke gebeurtenis weergeeft, bepaalt of we geschikt of ongeschikt materiaal hebben. Voor materiaal dat het koolstof direct vastlegt, zoals in plantenmateriaal (hout, bladeren, zaden, haren) representeert de <sup>14</sup>C-datering de tijd sinds het ontstaan. Kennis omtrent de groei is dan nog van belang voor de bepaling van de specifieke gebeurtenis. In dit verband verdienen eenjarige materialen (zaden, boomringen, haren) de voorkeur in plaats van materialen (hout of houtskool) waarvan de groeiperiode niet is vast te stellen.

Geheel anders ligt het bij materiaal, waar koolstof wordt opgenomen in een traject van groei tot dood, zoals in botten. Hierbij herbergt de <sup>14</sup>C-datering een zekere verblijfsduur van het koolstof en is extra informatie nodig om hiervoor te corrigeren. Een geheel andere parameter is de schijnbare veroudering als gevolg van afwijkende <sup>14</sup>C-evenwichtsconcentraties in verschillende milieus. Dit geldt voor het mariene milieu (reservoir ouderdom gemiddeld 400 jaar), maar ook voor grondwater met opgeloste kalk ('hard water effect').

### **Contaminatie**

Contaminatie door koolstof van inwerkende zuren uit het omringende milieu (humuszuren van bodems en grondwater) levert een <sup>14</sup>C-datering, die zowel te jong als te oud kan uitkomen. Veelal worden deze verontreinigingen standaard door chemische preparatie (zuur-loog-zuur) verwijderd of worden specifieke fracties geselecteerd van-

wege hun geringe gevoeligheid voor contaminatie (collageen van botten, cellulose van hout of textiel). Echter bepaalde contaminaties worden niet standaard in de preparatie verwijderd en leveren te hoge ouderdommen (van fossiele origine: conserveringsmiddelen, teer, olie) of te jonge ouderdommen (schimmels, wortels).

### **Materiaal voor $^{14}\text{C}$ -dateringen**

De hoeveelheid materiaal dat nodig is voor een  $^{14}\text{C}$ -datering hangt af van de methode die wordt gebruikt. Voor de AMS-methode ('accelerator mass spectrometry'), waarbij een hoog rendement wordt behaald bij het tellen van individuele atomen, is voor een routine analyse ongeveer een preparaat van 1 milligram nodig. De analytische precisie is ongeveer 0,5% (overeenkomend met 40  $^{14}\text{C}$ -jaren). Voor de klassieke telbuis methode is veelal duizend keer zoveel materiaal nodig.

### **Literatuur en website**

Plicht, H. van der 2001: Isotopenonderzoek in de archeologie. You are what you eat, *Archeobrief* 19 (zomer 2001), 3-7.

Plicht, H. van der 2001: Isotopenonderzoek in de archeologie.  $^{14}\text{C}$  clockwise/counterclockwise, *Archeobrief* 20 (herfst 2001), 3-7.

Voor adressen en weblinks: [www.radiocarbon.org](http://www.radiocarbon.org)

Soort materiaal	Bereikheid *) materiaal [mg]	Opmerking
Hout, houtskool	5	Relatie met gebeurtenis hangt af van grootteproef (dikte)
Planten (zaden, bladeren)	5	Goede relatie met gebeurtenis
Venn	5	Te jonge datering bij jonge doorworteling, te oude datering bij hardwater effect
Bot (dierlijk)	30	Goede relatie met gebeurtenis (aannemende dat dieren niet oud worden en geen mariene diert hebben gehad)
Bot (menselijk)	30	Minder goede relatie met gebeurtenis (vervalsing van collageen, mogelijke veroudering door mariene component in het diert)
Schelpen (zoetwater)	12	Goede relatie met gebeurtenis mits geen reservoir effect bestaat
Schelpen (mariene)	12	Goede relatie met gebeurtenis mits het mariene reservoir bekend is en hiervoor wordt gecorrigeerd
Foraminiferen	12	Goede relatie met gebeurtenis mits het mariene reservoir bekend is en hiervoor wordt gecorrigeerd
Aardewerk (veedselresten)	100	Goede relatie met gebeurtenis
Aardewerk (maris)	100	Goede relatie met gebeurtenis mits het aardewerk is gemiddeld met een koolstof fractie van tenminste 5%
Metselwerk	9	Niet geschikt, tenzij herkenbare brokjes houtskool worden geselecteerd

\*) Voor 1 mg koolstof

Overzicht van de materiaalkeus voor  $^{14}\text{C}$ -dateringen met AMS.  
Voor de klassieke telbuismethode is veelal duizend keer zoveel  
materiaal nodig.

## Adressen

Centrum voor Isotopen Onderzoek  
Nijenborgh 4  
9747 AG Groningen  
tel.: 050-3634760  
fax: 050-3634738

Faculteit Natuur- en Scheikunde  
Postbus 80000  
3508 TA Utrecht  
tel.: 030-2532238

# Archeologie

## 21. CHEMISCH ONDERZOEK

Een gevarieerd aanbod van analysetechnieken is voorhanden om de chemische samenstelling van grondsoorten of artefacten te onderzoeken. In dit overzicht worden een aantal toepassingen genoemd waarbij de monsternamenmethode (A, B of C) staat aangegeven. Tevens wordt beschreven hoe grondsoorten of artefacten, die in aanmerking komen voor chemische analyses, op het oog te herkennen zijn.

### Aard en voorkomen van het materiaal

Chemisch onderzoek kan plaatsvinden bij onder andere fosfaatmineralen, voedselresiduen en mineralen (pigmenten / zware metalen).

*Fosfaten* zijn soms herkenbaar aan rode, groene of blauwe plekken in de bodem, maar dat is niet strikt noodzakelijk. Ook zonder deze waarneembare kleuren kan het fosfaatgehalte van de bodem hoog zijn. Fosfaten zijn afkomstig uit botmateriaal of fosfolipiden uit het vetweefsel van dieren.

*Voedselresiduen* zijn soms herkenbaar als aankoeksel of gekleurde vlekken op scherfmateriaal. Restanten van vetzuren, lipiden of eiwitten zijn vrijwel niet waarneembaar, omdat ze in de scherven geabsorbeerd kunnen zijn en kunnen alleen door chemische analyse aangetoond worden.

*Mineralen* (zowel organische als anorganische) zijn herkenbaar als een duidelijk gekleurde korst (kristallen) of homogene gekleurde poederachtige afzetting op scherven of andere objecten. Deze mineralen zijn soms onveranderd vanaf het moment van

begraven, maar ook omzettingen tot andere (secundaire) mineralen zijn mogelijk, afhankelijk van het milieu in de bodem (zuurgraad, vochtigheid, zuurstofgehalte en micro-organismen).

Organische verbindingen zoals coprosterol duiden op de aanwezigheid van menselijke coprolieten. Coprosterol is niet waarneembaar en slechts doormiddel van analysetechnieken aan te tonen.

De aanwezigheid van zware metalen in de grond is moeilijk waarneembaar, alleen een zware-metalen-analyse geeft hierover uitsluitsel. Slechts in zeldzame gevallen zijn bijvoorbeeld kwikrestanten waarneembaar als zil-verwitte bolletjes.

Een toepassing zoals het identificeren van bloedrestanten op vuursteen door middel van electroforese en immunologische technieken is nog enigszins controversieel. Voor meer zekerheid over deze toepassing is nog nader onderzoek nodig.

### Onderzoek en monsternamen

Het belang van chemisch onderzoek voor de archeologie ligt voornamelijk op de volgende vier gebieden:

#### 1. Lokaliseren van anthropogene gebieden

- Fosfaatanalyse van grondmonsters (zie monsternamen C)
- Zware-metalenanalyse of mineralenanalyse van grondmonsters (zie monsternamen A). Deze analyse is bijvoorbeeld

beeld relevant met betrekking tot restanten van industriële activiteiten.

- Identificatie van vermoedelijke menselijke coprolieten / mestlagen van humane oorsprong (niet schoonmaken, maar direct bemonsteren op de opgraving, zie monstername B).

## 2. Vaststellen van leefgewoonten

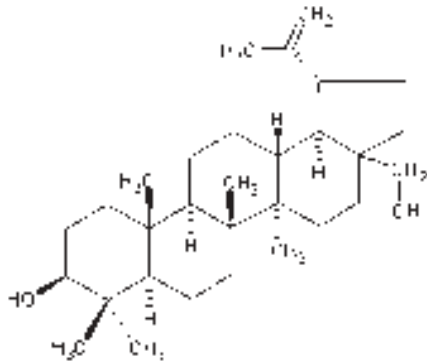
- Voedselresten-analyse (niet schoonmaken maar direct bemonsteren op de opgraving, zie monstername B). Deze analyse is relevant met betrekking tot bijvoorbeeld vetresiduen (afkomstig van plantaardige oliën, melk, vis, vlees) in scherven. Maar ook bij het vaststellen van diverse graansoorten d.m.v. onverzadigde vetzurenanalyse en bij het vaststellen van bijvoorbeeld restanten van wijn en bier, respectievelijk tartaarzuur en calciumoxalaat op scherven.
- Zware-metalenanalyse van botmateriaal, voorromeins materiaal analyse op lood (zie monstername B).
- Mineralenanalyse, pigmenten gebruikt voor cosmetica, verf, chemicaliën gebruikt voor industrie, farmaceutische doeleinden of mogelijk zelfs alchemie (niet schoonmaken, maar direct bemonsteren op de opgraving (zie monstername B).
- Hars- of vet-identificatie in zalfpotjes of flesjes (niet schoonmaken, maar direct bemonsteren op de opgraving. Zie monstername B).
- DNA -analyse in botten en tanden (zie monstername B).
- Ook kan gedacht worden aan identificatie van galstenen of nierstenen in skeletten (zie monstername B).

## 3. Achterhalen van samenstelling en vervaardigingswijzen van archeologische objecten

- Metalen-analyse voor extra metallurgische informatie.

## 4. Achterhalen van de handelsbetrekkingen

- Herkomst van keramiek, barnsteen, metalen/legeringen, bouwmaterialen.



*Betuline, component in neolithische teerresiduen.*



## VELDWERK

### Bemonsteren; methode A

#### **Consequenties voor opgraven**

Stel het spoor vast dat aan een chemisch onderzoek onderworpen moet worden. Maak het spoor schoon met een schone troffel en neem van een representatief en homogeen uitzienend gedeelte van het spoor zorgvuldig de monsters zonder verontreinigen uit de omgeving van het spoor mee te nemen.

#### **Monstername**

1. Neem ca. 5 monsters van elk 100-500 gram.
2. BLANCO: Bepaal wat behoort tot de zogenaamde "omgeving" van het spoor en neem ook hier ca. 5 monsters van elk 100-500 gram. Dit zijn "blanco" monsters die in theorie een significant lager gehalte aan te identificeren verbindingen moet opleveren dan in het spoor zelf.

#### **Wijze van aanleveren**

Berg de monsters op in speciale glazen monsterflesjes met luchtdichte afsluiting. Geen plastic zakjes gebruiken.

#### **Monsterverwerking**

Etiketeer en registreer de monsters volgens het eigen systeem.

#### **Tijdelijke opslag**

Berg de monsters op in een donkere en koude (5-10 graden Celsius) omgeving, bij voorkeur een koelkast.

Voeg geen schimmelremmers toe aan de monsters.

### Bemonsteren; methode B

#### **Consequenties voor opgraven**

Bepaal welke objecten/gedeelten aan een chemisch onderzoek onderworpen moeten worden.

Werk zoveel mogelijk steriel. Voorkom contact van de vingers met de binnenkant van de monsterflesjes en de binnenkant van de dekseltjes en tevens met de haren van de kwast.

Trek dunne latex handschoenen aan om biologische verontreiniging van de te onderzoeken objecten/gedeelten met lichaamseigen materiaal te voorkomen.

Verwijder voorzichtig voor zover mogelijk met een kwastje omgevingsverontreiniging zoals aarde en zandkorrels van de objecten/gedeelten.

Let op: Voedselresten niet verwijderen van de scherf.

#### **Monstername**

1. Neem zoveel mogelijk beschikbaar materiaal mee voor onderzoek. Een minimale monstergrootte is hier niet te noemen omdat de beschikbare hoeveelheden meestal klein zullen zijn.

2. BLANCO: Bepaal indien mogelijk wat behoort tot de zogenaamde "omgeving" van het monster en neem hier max 5 monsters. Dit zijn "blanco" monsters die in theorie een significant lager gehalte aan te identificeren verbindingen moet opleveren dat in het spoor zelf.

### **Wijze van aanleveren**

Berg de monsters op in speciale glazen monsterflesjes met luchtdichte afsluiting. Geen plastic zakjes gebruiken.

### **Monsterverwerking**

Etiketdeer en registreer de monsters volgens het eigen systeem.

### **Tijdelijke opslag**

Berg de monsters op in een donkere omgeving in een vrieskist bij de laagst mogelijke temperatuur, bij voorkeur min 20 graden Celsius.

Voeg geen schimmelremmers toe aan de monsters.

## **Bemonsteren; methode C**

### **Monstername**

(Monstervoorbereiding volgens NEN 5751 grondvoorbereiding)

1. Bepaal het terrein dat bemonsterd moet worden en zet een meetsysteem met punten om de 5 meter uit zodat van iedere 25m<sup>2</sup> een droog monster van ca. 10 gram kan worden genomen.

2. BLANCO: Bepaal wat behoort tot de zogenaamde "omgeving" van het te onderzoeken terrein en neem hier met hetzelfde meetsysteem een even groot aantal monsters van elk ca. 100 gram. Dit zijn "blanco" monsters die in theorie een significant lager gehalte aan fosfaat moet opleveren dat op het terrein zelf.

### **Wijze van aanleveren**

Berg de monsters op in speciale glazen monsterflesjes met luchtdichte afsluiting. Geen plastic zakjes gebruiken.

### **Monsterverwerking**

Etiketdeer en registreer de monsters volgens het eigen systeem.

### **Tijdelijke opslag**

Berg de monsters op in een donkere en koude (5-10°C) omgeving, bij voorkeur een koelkast.

Voeg geen schimmelremmers toe aan de monsters.

### **Overdracht aan de specialist**

Voer de analyses binnen twee weken uit. Organische materialen kunnen

namelijk worden afgebroken door licht, lucht en enzymen van micro-organismen.

## Websites en literatuur

Cavanagh, W.G., S. Hirst en C.D. Litton 1988. Soil phosphate, site boundaries and change point analysis. *Journal of Field Archaeology*, vol 15, 67-83.  
Pollard, A.M. en C. Heron 1996: *Archaeological Chemistry*. Cambridge.

<http://www.umu.se/envarchlab/MaiFrame.html>  
(Environmental Archaeology Laboratory  
Department of Archaeology & Sami Studies  
KBC plan 5  
University of Umeå  
S-90187 Umeå  
Sweden)

<http://www.wisc.edu/larch/aclab/larch.htm>  
(laboratory for archaeological chemistry  
5470 Social Sciences Building  
University of Wisconsin-Madison  
Madison Wisconsin 53706)

<http://www.geol.lu.se/personal/kfL/kfL.htm>  
(The Laboratory for Ceramic Research  
Department of Quaternary Geology  
University of Lund,  
Tornavägen 13, SE-22363 Lund,  
Sweden )

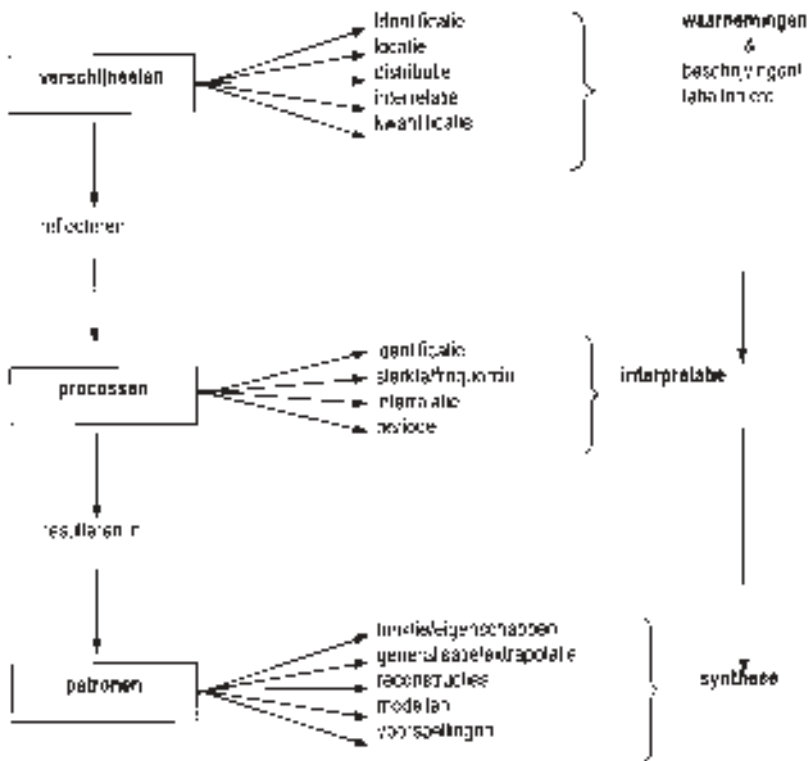
<http://www.student.brad.ac.uk/clampert/>  
(Department of Archaeological Sciences,  
University of Bradford,  
UK)

<http://www.ohioarch.org/ArchaeologicalReports.htm>  
(Voor informatie over: bloedresidue analyse)

## Adressen

Adviesbureau Lagas  
De la Gardestraat 47  
2722 AT Zoetermeer  
tel.: 06-27116615 / 079-3418996

Archeoplan CRA / ECO  
Oude Delft 224  
2611 HJ Delft  
tel.: 015-2145295



Basisprocedure micromorfologisch onderzoek (naar Kooistra 1991).

## 22. MICROMORFOLOGISCH ONDERZOEK

### Inleiding

Micromorfologie is een naam voor microscopische technieken waarmee je bodem- en sedimentmonsters kan bestuderen en zegt niets over de onderwerpen waarvoor het ingezet kan worden en de scope van de resultaten. Micromorfologie is als volgt te definiëren: "Het in onverstoorde toestand bestuderen van de structuur van ruimtelijke patronen in natuurlijke en niet-natuurlijke bodems met behulp van diverse microscopische technieken voor een aantal specifieke werkvelden".

Binnen de archeologie is de micromorfologie voor de volgende werkvelden in te zetten:

1. Landschapsreconstructies in verschillende tijdsperiodes: wind- en watersedimentatie en erosie; hellingprocessen, veenvorming; vernatting en verdroging van de grond, periglaciaire en glaciaire verschijnselen, inclusief vorstwerking.
2. Bodemvorming en vertering: uitspoeling, neerslagen; humusvormen, bodembioïecologie, begroeiingsvormen; structuurontwikkeling; waterhuishouding, vertering.
3. Bewoningsgeschiedenis: ophogingen/afgravingen; verdichtingen/betredingen; aanrijkingen; afvallagen; vuurplaatsen; branden; posities en kwaliteit boten, organisch materiaal en scherven; drainage/klink.
4. Landgebruik: gebruik als akkerland, grasland en bos, met wisseling landgebruik. Verschillende typen landbouw aan de hand van grond-

bewerkingen, structuurverschillen en humustypen, aanrijkingen, branden.

5. Kwaliteit bodemarchief: degradatievormen organische stof; verstoringen; scheiding voormalige processen en actuele, chronologie; effecten fysische-, chemische- en biologische processen.

In combinatie met palynologie zijn tevens vaak dateringen mogelijk als referentie profielen beschikbaar zijn.

Met behulp van micromorfologie kan veel informatie die in de bodem opgesloten ligt, ook die uit het verleden, achterhaald worden. Dit zijn 'afdrukken' van natuurlijke processen, de handelingen die mensen verrichtten en die van hun interacties.

Als de situatie in het veld goed beschreven is, de monsters op de goede plaats genomen zijn en de grootte ervan voldoende is om de verschijnselen te bestuderen, kan de micromorfologische analyse informatie verschaffen over zowel grote landschappelijke eenheden als specifieke sporen. Dit is vergelijkbaar met palynologie waarbij ook via microscopisch onderzoek uitspraken gedaan kunnen worden over zowel vegetatie successies, als over specifieke soorten.

### Aard en voorkomen van het onderzoeksmateriaal

In de bodem komen vaak verschijnselen voor die in het veld niet te duiden zijn.

\* Waardoor zijn zwarte lagen ontstaan?

- \* Zijn onregelmatige verkleuringen natuurlijk of door mensen veroorzaakt?
- \* Liggen bepaalde botten, stukken hout e.a. wel op hun oorspronkelijke plek of zijn ze verplaatst? Indien verplaatst, komen er nog bodemresten of -verschijnselen op of in voor die iets over de herkomst zeggen?
- \* Wat is de genese van het sediment en de bodem? Onder welke klimatologische omstandigheden en in welk milieu zijn ze gevormd?
- \* Heeft in deze laag landbouw plaatsgevonden en zo ja, welk type landbouw?
- \* In welk materiaal komen de vondsten voor, liggen deze materialen in situ, komen ze op of in een bodem, afzetting, laag voor?
- \* Wijzen sommige onregelmatigheden in een laag op menselijke activiteit ook als er geen duidelijke sporen in het veld worden gevonden?
- \* Zijn er omzettingen van organische stof en wat is de kwaliteit ervan?
- \* Wat is de chemische samenstelling van vondsten, verschijnselen en verandert deze over een bepaald traject?
- \* Dateren vondsten van voor, tijdens of na de bodemvorming? Of waren ze reeds in het moedermateriaal aanwezig?

Afhankelijk van de vraagstelling wisselt de aard en het voorkomen van het onderzoeksmateriaal. Deze kunnen betrekking hebben op: (1) specifieke lagen in een profiel, (2) sporen en (3) vondsten, in hun voorkomen en context. In alle gevallen zijn het voorkomen ervan, het karakter en type materiaal, de positie in het profiel én de overgangen naar de omgeving

c.q. andere lagen en sporen van belang voor de bemonsteringsstrategie. Omdat in de bodem imprints van zowel de geologie/geomorfolgie, als de bodemvormingen en archeologie aanwezig zijn, die vaak door elkaar heen lopen en door de tijd kunnen veranderen, moet de omgeving van het onderzoeksmateriaal nauwkeurig beschreven worden. Temeer omdat mensen in het verleden meer dan nu rekening hielden met verschillen in het landschap ontstaan door de geologie/geomorfolgie en bodemvormingen.

### Onderzoek

De slijpplaten van ongestoorde bodemmonsters worden geanalyseerd met een polarisatie research-lichtmicroscopie met vergrotingen tot 250 x. Overzichten van de gebruikte procedures zijn gegeven in Kooistra (1990, 1991). In de rapportage van het micromorfologisch onderzoek worden de verschijnselen geïdentificeerd en toegekend aan processen, met aanduiding van hun chronologie en interacties. Afhankelijk van aanwezige archeologische gegevens en integratie met andere specialisten kunnen de patronen en reconstructies verdergaand ingevuld worden.

De slijpplaten en losse geprepareerde monsters, die gemaakt zijn om chemische omzettingen te bestuderen worden bij hoge vergrotingen, tot ca. 6000 x, met een elektronen microscoop (SEM) bestudeerd waarbij van relevante velden de chemische samenstelling met behulp van X-rays (EDX) wordt bepaald. Op deze wijze zijn de chemische samenstelling en veranderingen op korte afstand in de oorspronkelijke setting te bestuderen.

## VELDWERK

Gezien de grote variatie in vraagstellingen en vaak voorkomende superpositie van geomorfologische, bodemkundige en archeologische verschijnselen vindt de selectie van de locaties in het veld in samenwerking met archeologen door de specialist plaats. De bemonstering, registratie en analyses worden door de specialist verzorgd.

### **Bemonsteren; strategieën**

Er zijn twee strategieën te onderscheiden: de continue bemonstering en de selectieve bemonstering.

De continue bemonstering wordt gebruikt voor reconstructie van de geogenese, bodemvorming en menselijke invloed door de tijd. Hierbij is het belangrijk de monsterlocaties zo te kiezen dat de overgangen van de lagen goed bemonsterd zijn en dat er een korte overlap is van ca. 2 cm, om verstoringen aan de randen van de monsters te elimineren. Bij een selectieve bemonstering horen naast het materiaal zelf ook de overgangen naar de omgevende lagen c.q. sporen goed bemonsterd te worden. De monsters kunnen horizontaal zowel als vertikaal genomen worden, afhankelijk van de vraagstelling en het voorkomen in het profiel. Daarnaast is het mogelijk monsters te nemen in een schoongemaakt (loop)vlak.

### **Bemonsteren; werkwijze en registratie**

Er zijn verschillende bemonsteringstechnieken ontwikkeld om onverstoorde, georiënteerde monsters te nemen. De gangbare methode maakt gebruik van metalen monsterblikjes, waarvan de zijden één geheel vormen met een boven- en onderdeksel die verwijderd kunnen worden. Er zijn verschillende grootten in gebruik. Voor archeologische monsters met hun complexiteit van natuurlijke en antropogene effecten met hun overgangen zijn grote monsters noodzakelijk. De gangbare maten hiervoor zijn 15 x 8 x 5 (l x b x d) cm. Op geselecteerde bemonsteringslocaties wordt een effen vlak gemaakt, één deksel van het monsterblikje verwijderd en de open kant op de juiste locatie geplaatst met de lasnaad linksboven. Onder gelijkmatige druk met gelijktijdig insnijden en verwijderen van de grond er omheen worden de blikjes geheel gevuld. Dit wordt gecontroleerd door het bovendeksel kort te openen. Als het te bemonsteren materiaal te bros of te hard is, kan men voor-impregnatie overwegen. Voor-impregnatie kan in het veld gedaan worden met een metaalverniss of kunsthars. Ook kunnen brokken materiaal met gipsverband verpakt worden en verder behandeld en beschreven als de monsters in blikken.

Als het blikje vol is vindt registratie plaats. De volgende gegevens worden opgenomen: een volgnummer, de datum, plaats en naam opgraving, oriëntatie monsterblikje (lange zijde horizontaal of vertikaal), de bemonsterde laag, de diepten en positie in het profiel. Op het deksel van het blikje wordt het volgnummer, de datum, een naam en diepten met pijl voor de bovenkant geschreven met een watervast stift. Daarnaast kunnen foto's genomen worden van het profiel met monsterblikjes en/of een schets gemaakt van de profielwand met laag aanduidingen en positie monsters.

*Met een lang mes wordt de grond schuin achter een monsterblikje los gestoken, de extra grond zorgvuldig in fasen afgesneden en het onderdeksel gesloten. Soms is het niet mogelijk het deksel erop te passen. Dan wordt hij omgekeerd erop gelegd, in een plastic zak gedaan en vast getaped. Als er veel wortels zijn kunnen die met een schaar worden afgeknipt en als er open ruimtes zijn dan worden deze opgevuld met adequaat materiaal om verstoring te vermijden. Als er veel biologische activiteit in het profiel te zien is, wordt een gaatjesdeksel gebruikt waardoor bodemorganismen de grond uit kunnen kruipen.*

*Als het te bemonsteren materiaal nat is en er krimp te verwachten valt (klei, organisch materiaal) worden er monsterblikjes gebruikt van 2 cm dikte om het materiaal in te vriesdrogen.*

*De gevulde monsterblikjes worden in plastic zakken gedaan waarop registratie gegevens herhaald worden en, indien nodig, volledig dicht getaped. Daarna vindt zodanige verpakking en stapeling plaats dat schokken en stoten tijdens vervoer geen invloed hebben.*

*Naast een schets van het profiel met positie monsters is een profielbeschrijving van de lagen nodig, informatie over het recente landgebruik en de vraagstellingen betreffende het onderzoek aan de diverse monsters.*

*Bij een natte bemonstering in boorkernen, bijvoorbeeld t.b.v. de onderwater archeologie of diepe mechanisch gestoken boorkernen uit een afgedekt landschap, kunnen na eventuele drainage en opening van de buizen hieruit monsters voor micromorfologisch onderzoek worden genomen. Aanbevolen minimale diameter van de boorkernen 5 cm in verband met verstoringen langs de wanden. Ook hierbij geldt dat de documentatie met vraagstellingen zo volledig mogelijk zijn.*

### **Tijdelijke opslag**

*De gevulde monsterblikjes moeten opgeslagen worden in een koele, droge plaats, de natte monsters in een koelkast. De tijdelijke opslag dient kort te zijn om de activiteit van organismen en chemische reacties zoveel mogelijk te beperken.*

*Natte en/of krimpgevoelige monsters dienen z.s.m. geconserveerd te worden. De velddocumentatie wordt geregistreerd.*

### **Conservering en preparatie**

De beste conservering van slijpplaatmonsters is om deze te verwerken tot geïmpregneerde blokken. Dit gebeurt door de onverstoorde bodemmonsters hetzij klimaats te drogen, hetzij te vriesdrogen. Klimaatsdrogen vindt plaats voor droge niet krimpende grondmonsters; vriesdrogen voor natte en krimpende materialen. De gedroogde monsters worden daarna geïmpregneerd met een kleurloze

onverzadigde polyesteroplossing. Na verdamping van het grootste gedeelte van het oplosmiddel uit deze oplossing worden de monsters verhard met gammaradiatie. Na uitzagen kunnen de verharde blokken in kartonnen zakken met hun registratie gegevens en labnummer opgeslagen worden.

Uit de blokken wordt uit het midden een plak van 2 cm dikte gezaagd. Eén kant wordt gevlacht, op een glas-



plaat geplakt en na harding gezaagd op 2 mm dikte. De glasplaat met dit monster wordt machinaal tot ca. 100 µm gevakt, met de hand tot de vereiste 25 µm dikte en afgedekt met een dekglas. Slijpplaten die bestu-

deerd worden met de SEM-EDX worden niet afgedekt met een dekglas. Losse monsters voor SEM-EDX kunnen op verschillende manieren geprepareerd worden, afhankelijk van het type materiaal en de vraagstellingen.

### Literatuur en website

Bisdom, E.B.A., Henstra, S., Jongerius, A. en Thiel, F., 1975: Energy-dispersive x-ray analysis on thin sections and unimpregnated soil material. *Neth. J. Agric. Sci.*, 23 (2), 113-125.

Bisdom, E.B.A., en Schoonderbeek, D., 1983. The characterization of the shape of mineral grains in thin sections of soils by Quantimet and BES1. *Geoderma* 30, 303 - 332.

Courty, M.A., Goldberg, P. and Macphail, R., 1989: *Soils and micromorphology in archaeology*. Cambridge.

Jongerius, A., en Heintzberger, G., 1975: *Methods in soil micromorphology; a technique for the preparation of large thin sections*. (Soil Survey Papers 10). Wageningen.

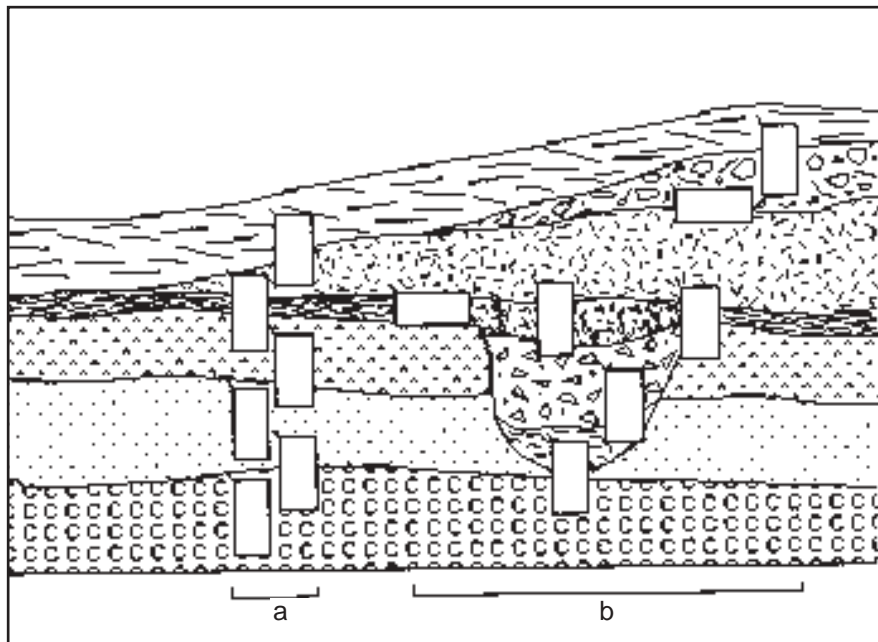
Kooistra, M.J., 1990: The future of soil micromorphology, in: L.A. Douglas (red.), *Soil micromorphology*. Amsterdam, 1990, 1-8.

Kooistra, M.J., 1991: A micromorphological approach to the interactions between soil structure and soil biota, *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34, 315-328.

Mücher, H.J., Slotboom, R.T., en ten Veen, W.J., 1989: Een enkeerdgrond palynologisch ontsloten: toepassing van de palynologie bij de toetsing van en aanvulling op archeologische data. *KNAG Geografisch Tijdschrift* 23, 2: 109 -118.

Murphy, C.P., 1986: *Thin section preparation of soils and sediments*. Berkhamsted

Tevens is informatie te vinden op de volgende website: [www.teamlandschap.nl](http://www.teamlandschap.nl)



Schema bemonsteringsstrategieën. a: continue bemonstering; b: selectieve bemonstering van lagen, sporen en vondsten.

## Adressen

Alterra, WUR  
 Afdeling Landschap en  
 Ruimtelijke Ontwikkeling  
 Postbus 47, 6700 AA Wageningen  
 tel.: 0317-474269  
 fax: 0317-419000  
 e-mail: m.j.kooistra@alterra.wag-ur.nl  
 Internet: www.alterra.wageningen-ur.nl

RAAP Archeologisch Adviesbureau  
 Postbus 1347, 1000 BH Amsterdam  
 tel.: 020-4634848  
 e-mail: raap@raap.nl

Universiteit van Amsterdam, IBED  
 Faculteit der Natuurwetenschappen,  
 Wiskunde en Informatica  
 Nieuwe Achtergracht 166,  
 1018 WV Amsterdam  
 tel.: 020-5255890  
 e-mail: l.h.cammeraat@frw.uva.nl

Wageningen Universiteit, WUR  
 Dept. Omgevingswetenschappen  
 Postbus 37, 6700 AA Wageningen  
 tel.: 0317-482674  
 e-mail:  
 toine.jongmans@bodeco.beng.wau.nl