

# Archeologie en resten van planten

## KNA leidraad Archeobotanie



**Auteurs: L.I. Kooistra & O. Brinkkemper**

**Versie: definitief 1.01**

***Het ontwerp van deze leidraad is vastgesteld door het CCvD Archeologie op 29 februari 2016***

***Deze versie is op 29 maart vrijgegeven voor een openbare reactieronde tot en met 25 april 2016***

***De leidraad archeobotanie is een initiatief van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en is definitief vastgesteld door het CCvD Archeologie op 9 mei 2016***

## Waarom deze leidraad

De bestudering van tijdens veldwerk verzamelde zichtbare resten van planten zoals hout en (nagenoeg) onzichtbare resten als zaden, vruchten, knollen, plantenvezels en stuifmeel vormen een belangrijk onderdeel van archeologisch onderzoek. Want niet alleen was de leefomgeving van mensen met planten gestoffeerd, mensen maakten ook veelvuldig gebruik van planten en plantaardige producten. Zo diende hout als brandstof, of om er huizen van te bouwen, werden noten en vruchten van wilde planten verzameld en zijn tal van plantensoorten gedomesticeerd. Plantenvezels waren grondstof voor kleding of touw. Uit planten werden medicijnen gemaakt of men gebruikte ze om in contact te komen met de goden. De archeobotanisch specialist, gespecialiseerd in de bestudering van plantenresten en plantaardige producten, brengt deze menselijke activiteiten en de omgeving waarin mensen leefden in beeld om zo voorbijgaande culturen beter te kunnen begrijpen.

Om archeobotanisch onderzoek te kunnen uitvoeren is het van belang dat plantenresten tijdens archeologisch veldwerk zorgvuldig verzameld worden en op effectieve wijze worden bestudeerd.

Deze leidraad archeobotanie verduidelijkt wat onder goed onderzoeksmateriaal en goed onderzoek wordt verstaan en welke voorzieningen nodig zijn. Het is een praktische handleiding met *best practices* waarnaar vanuit een programma van eisen (PvE) of plan van aanpak (PvA) verwezen kan worden. In detail is het gericht op de archeobotanicus die het onderzoek uitvoert, in grote lijnen op diegenen die het onderzoek via PvE en PvA aansturen.

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Plantenresten, de mens in het verleden en archeobotanie	1
1.2	Doel en aard van de leidraad	4
<b>2</b>	<b>Resten van planten als informatiebron</b>	<b>6</b>
2.1	Informatie uit hout	7
2.2	Informatie uit botanische macroresten	9
2.3	Informatie uit stuifmeel, sporen, andere microfossielen, diatomeeën, fytolieten en zetmeelkorrels	10
2.4	Informatie uit biochemisch onderzoek en DNA-analyses	13
2.5	Optimalisering door integratie van de verschillende plantencategorieën	13
<b>3</b>	<b>Archeologisch veldwerk</b>	<b>14</b>
3.1	Veldwerk in het voortraject en bij behoud van vindplaatsen	14
3.1.1	Waardering tijdens IVO-booronderzoek	14
3.1.2	Waardering tijdens IVO-proefsleuvenonderzoek	15
3.1.3	Conservering bij behoud in situ	16
3.2	Veldwerk tijdens definitief opgraven	17
3.2.1	Met de hand verzamelen, het zeven van houtskoolmonsters	17
3.2.2	Plantenresten in archeologische zeefresiduen	19
3.2.3	Monsters voor botanische macroresten	20
3.2.4	Monsters voor stuifmeel, sporen, andere microfossielen en diatomeeën	21
3.2.5	Monsters voor fytolieten en zetmeel	21
3.2.6	Monsters voor biochemisch en fysisch onderzoek	21
3.2.7	Aantallen en representativiteit	22
3.2.8	Integratie van botanische materiaalgroepen, houten constructies en andere bijzonderheden	28
<b>4</b>	<b>Onderzoek algemeen</b>	<b>28</b>
4.1	Eisen aan onderzoeker	29
4.2	Voorzieningen	32
<b>5</b>	<b>Richtlijnen voor uitwerking en opslag</b>	<b>35</b>
5.1	Uitwerking	36
5.2	Publicatie en opslag van onderzoeksmateriaal	41
<b>6</b>	<b>Archeobotanie en het programma van eisen (PvE)</b>	<b>44</b>
	<b>Informatie over de auteurs</b>	<b>47</b>
	Dankwoord	47
	Adressen	47
	<b>Literatuur</b>	<b>48</b>

## Leidraad Archeobotanie:

### Archeologie en resten van planten

*Resten van planten uit archeologische opgravingen en natuurlijke afzettingen maken een reconstructie mogelijk van de leefomgeving van de mens in het verleden en van het gebruik dat mensen maakten van planten en plantaardige producten. Het bestuderen van die verscheidenheid aan plantenresten scheidt tegelijkertijd ook een beeld van die mens zelf. De leidraad beschrijft hoe deze belangrijke informatiebron over het verleden ingezet kan worden bij archeologisch veldwerk en het daarop volgende onderzoek.*

## 1 Inleiding

### 1.1 Plantenresten, de mens in het verleden en archeobotanie

Plantenresten, waaronder hout, bast, zaden, vruchten, wortels, knollen, stengels, plantenvezels, bladeren en stuifmeel,<sup>1</sup> komen in onverkoelde en/of verkoelde vorm voor op nagenoeg alle archeologische vindplaatsen. Dat komt omdat in het bestaan van mensen planten en producten van planten een grote rol speelden. Zo was hout, tot de ontdekking van olie en steenkool, de belangrijkste brandstof en diende het als grondstof voor huisraad, keukengerei, containers, gereedschap en wapens. Daarnaast was het hét bouw materiaal bij uitstek voor allerlei soorten van constructies, waaronder gebouwen, wegen, wagens en boten. Verder maakte de mens kleding, touwen, manden en matten van boombast en van vezels die uit kruidachtige planten werden gewonnen. Planten werden verwerkt in spijs en drank, om er medicijnen en verbandmiddelen van te maken, om bijvoorbeeld kleur te geven aan kleding, en waarschijnlijk ook om in contact te komen met de goden. Tenslotte is een groot aantal plantensoorten om allerlei praktische redenen door de mens gecultiveerd. Het best bekend zijn voedselgewassen, zoals granen en allerlei fruitsoorten, maar er zijn ook plantensoorten gedomesticeerd voor ambachtelijke toepassingen, zoals vlas voor de textielnijverheid.

Lang niet alle planten waren de mens tot nut. Veel planten groeiden rond de nederzetting en zijn daarom in een archeologische vindplaats bewaard gebleven. Planten stellen echter eisen aan hun omgeving. Resten van planten op een archeologische vindplaats vertellen ons daarom ook over omstandigheden waaronder mensen leefden, over de kwaliteit van het (drink)water, de bodemvruchtbaarheid van de akkers en het gebruik van weidegronden. Bovendien zijn alle handelingen van de mens in het verleden uitgevoerd in een regen van stuifmeel en sporen, geproduceerd door planten die in de omgeving voorkwamen. Deze pollen- en sporenregen

---

<sup>1</sup> Inclusief sporen van varens, mossen, wieren en andere microfossielen.



1 Reconstructie van de Romeinse nederzetting Tiel-Passewaai en omgeving uit het midden van de tweede eeuw. Het landschap is vormgegeven met fysisch geografische gegevens en ingekleurd aan de hand van botanische gegevens. Het landgebruik is bepaald aan de hand van botanisch en zoölogisch onderzoek. De nederzetting en de ligging van het grafveld is het resultaat van archeologisch onderzoek (© Mikko Kriek, uit Groot & Kooistra 2009).

blijft in gunstige gevallen bewaard en geeft een beeld van de leefomgeving van de mens. Verkoelde resten van planten zijn vrijwel altijd te vinden op plaatsen waar de mens voor kortere of langere tijd verbleef. Net als aardewerk vergaan deze resten bijna niet.<sup>2</sup> Ze kunnen wel onder mechanische druk verpulveren of onder natte omstandigheden uiteenvallen bij temperatuurschommelingen rond het vriespunt. Een belangrijke voorwaarde voor het verkrijgen van verkoelde plantenresten is vuur dat brandde onder zuurstofarme omstandigheden. In uitzonderlijke gevallen zijn restanten van door brand verwoeste gebouwen bewaard gebleven. Dergelijke rampen zijn kleine, maar zeer informatieve kijkgaten in de tijd, door de gegevens die het oplevert over houtgebruik in constructies en het mogelijk kunnen toewijzen van functies aan delen van gebouwen. Is een opslag van plantaardige producten verbrand, dan geeft dit een beeld van de samenstelling van de goederen en de wijze waarop deze zijn opgeslagen. Zo kan bij een verbrande graanopslag achterhaald worden welke granen er lagen en of het graan al dan niet gedorst was, maar ook of het in bulk lag of in containers. Veel vaker zijn verkoelde resten ooit als afval in archeologische sporen terecht gekomen. Hoewel de dichtheid aan verkoelde resten hierin soms laag is, geven ze doorgaans een goed beeld van zowel het brandstofgebruik als van de voedselproducten van de mensen en van de agrarische en ambachtelijke activiteiten.

<sup>2</sup> Uit experimenteel onderzoek is gebleken dat onder extreem basische omstandigheden – die van nature niet of nauwelijks in Nederland voorkomen – verkoeld materiaal kan vergaan (Huisman *et al.* 2012).



In crematies kunnen houtskool en/of verkoolde plantaardige voedselresten aanwezig zijn. Het gaat dan om brandstof of restanten van de constructie waarop de dode is verbrand en om grafgiften of restanten van de dodenmaaltijd.

Onverkoelde plantenresten blijven in de gematigde klimaatszone waarin Nederland ligt, vrijwel uitsluitend bewaard in een zuurstofarme en met water verzadigde omgeving. Er zijn twee uitzonderingen. Een daarvan is stuifmeel. Onder bepaalde omstandigheden blijft het boven het grondwatervniveau bewaard, bijvoorbeeld in plaggendecken. Gemineraliseerde plantenresten vormen de tweede uitzondering. Dat zijn plantenresten waarvan de organische stof is vervangen door minder vergankelijke anorganische mineralen. De meeste waterverzadigde omstandigheden met onverkoelde plantenresten zijn te vinden in het holocene deel van Nederland, hoewel er ook in het pleistocene deel van Nederland goede vondstomstandigheden te vinden zijn, bijvoorbeeld in waterputten, vennen, venen en voormalige rivier- en beeklopen. Bijzondere vondsten zijn die van gebouwen en andere constructies waarvan het hout bewaard is gebleven. Een zorgvuldige bestudering van zowel het hout als de bewerkings- en de gebruikssporen geeft inzicht in het houtgebruik, de beschikbaarheid van houtsoorten en de gebruikte gereedschappen. Beerputten zijn weer goede informatiebronnen voor plantaardig voedsel. Daaruit kan zelfs de herkomst van voedselproducten worden afgeleid en in uitzonderlijke gevallen vertellen de resten iets over de gezondheidstoestand van de gebruikers van de beerput. Bij begravingen kunnen plantenresten wijzen op balseming of rituelen in het dodenbestel.

2 Bronstijdpad van gevlochten wilgentenen in de Leidsche Rijn. Op basis van gedegen houtonderzoek is aangetoond dat de wilgentenen uit beheerde bosbestanden afkomstig waren: een soort prehistorische grienden. (© BIAX Consult).



Net als bij verkoolde plantenresten is echter het merendeel van de onverkoolde plantenresten ooit als afval in allerlei archeologische contexten terechtgekomen. Uit deze onverkoolde resten zijn veel gegevens over onder andere voedsel, handel, nijverheid en lokale milieuomstandigheden te destilleren. Onverkoolde plantenresten in permanent waterverzadigde, natuurlijke afzettingen laten, kortom, in grote lijnen zien in wat voor omgeving mensen in het verleden leefden en hoe ze er gebruik van maakten.

Onderzoek aan plantenresten uit archeologische contexten en natuurlijke afzettingen die aan archeologische vindplaatsen zijn gerelateerd, behoren tot het domein van de archeobotanie, ook wel paleoetnobotanie genoemd. De archeobotanicus onderzoekt de plantenresten om een beeld te krijgen van de geschiedenis van het landschap met haar vegetatie, om zo inzicht te krijgen in het landgebruik. Het onderzoek naar het landgebruik door de mens is onder andere gericht op het economisch gebruik van het landschap met betrekking tot de planten die er van nature voorkwamen, maar ook met betrekking tot de planten die door de mens werden gekweekt. Daarnaast is er aandacht voor de immateriële betekenis van delen van het landschap en de symbolische waarden van planten en bomen, hoewel deze aspecten vaak moeilijk met natuurwetenschappelijk onderzoek zijn vast te stellen. De relatie tussen mens en landschap is niet het enige thema van de archeobotanicus. Andere belangrijke onderwerpen zijn het spectrum aan voedselproducten, het bereiden van voedsel, ambachtelijke processen en handel. Om dit soort onderzoek mogelijk te maken is het zaak om tijdens opgravingen de plantaardige materialen zorgvuldig te verzamelen en op een effectieve wijze te bestuderen, zodat vragen over het menselijke handelen in het verleden ook daadwerkelijk beantwoord kunnen worden.

## 1.2 Doel en aard van de leidraad

Deze leidraad beoogt ‘goed archeobotanisch onderzoek’ te definiëren en faciliteren. Goed onderzoek is niet alleen met regels, procedures of leidraden af te dwingen, maar is ook het resultaat van de combinatie van:

- het formuleren van goede onderzoeksvragen,
- de beschikbaarheid en (fysieke) kwaliteit van onderzoeksmateriaal waarmee onderzoeksvragen afdoende beantwoord kunnen worden,
- de kennis, kunde en creativiteit van de onderzoeker,
- de voorzieningen die de onderzoeker tot de beschikking heeft én
- de mogelijkheden die de onderzoeker geboden worden wat betreft tijd en – niet te vergeten – samenwerking met anderen.

Deze leidraad zet uiteen wat onder ‘goede onderzoeksvragen’, ‘goed onderzoeksmateriaal’, ‘kennis en kunde’, ‘voorzieningen’, en dergelijke, wordt verstaan. Hij kan dienen als een praktische handleiding met *best practices* waarnaar vanuit een plan van aanpak (PvA) of, liever nog, programma van eisen (PvE) verwezen wordt. Ze is met name gericht op de

archeobotanicus die het onderzoek uitvoert, maar daarenboven ook op diegenen die het onderzoek via PvE en PvA aansturen.

Hoewel onderwerpen als DNA-onderzoek en biochemisch onderzoek worden aangesneden, ligt de focus op de drie subdisciplines met de daarbij behorende botanische materiaalgroepen (hout, botanische macroresten en palynologisch materiaal<sup>3</sup>) en de daarop toegesneden methoden van onderzoek, kortom op de *core business* van de archeobotanicus.

Doel van de leidraad is daarmee het bevorderen van de kwaliteit van het archeobotanisch deel van het archeologisch onderzoek. In het onderstaande komen daartoe de volgende onderwerpen aan bod:

- de beoordeling van de kwaliteit van het onderzoeksmateriaal in het voortraject;
- de potentie van het onderzoeksmateriaal en het programma van eisen (PvE);
- het veldwerk met het verzamelen van de verschillende soorten botanisch materiaal tijdens de opgraving in relatie tot de in het PvE gestelde archeologische onderzoeksvragen;
- de archeobotanisch onderzoeker met de eisen die gesteld worden aan haar of zijn kennis en kunde, beschikbare voorzieningen en netwerk;
- het archeobotanisch onderzoek met de daarbij toegepaste methoden en verzamelde gegevens.

Net als archeozoölogie is archeobotanie voor een belangrijk deel een vergelijkende wetenschap, waarbij archeobotanische materialen op vindplaatsniveau worden onderzocht.<sup>4</sup>



3 Plaggendek met profielbakken voor palynologisch onderzoek (© BIAAX Consult).

<sup>3</sup> Palynologisch materiaal bestaat uit pollen, sporen en allerlei andere organische resten van 10 tot 100  $\mu\text{m}$  ( $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{m}$ ).

<sup>4</sup> In 2010 Leidraad Archeozoölogie verschenen (Lauwerier 2010). Deze stond model voor de Leidraad Archeobotanie.



Onderdeel van dat onderzoek is het vergelijken van de verzamelde botanische gegevens met die uit andere vindplaatsen. Een betrouwbare vergelijking kan alleen gemaakt worden wanneer gegevens uitwisselbaar zijn doordat ze op eenzelfde manier zijn vastgelegd. Het behoeft geen betoog dat het op een vergelijkbare wijze vastleggen van archeobotanische gegevens op vindplaatsniveau met name onontbeerlijk is voor de beantwoording van meer algemene, meer regionale of processuele vraagstellingen. Daarmee lijkt het op het eerste oog wenselijk om het archeobotanisch onderzoek verregaand te standaardiseren, maar dat zou de kennis, kunde en creativiteit van de onderzoeker knotten en daarmee ontwikkelingen in het vakgebied in de weg staan. Daarom is in deze leidraad gekozen voor vergelijkbaarheid. Dat betekent dat zowel wordt ingegaan op het verzamelen van gegevens tijdens veldwerk en uitwerking, als op het goed vastleggen van de gehanteerde methoden en de primaire gegevens tijdens verslaglegging. Voor een deel zijn 'eisen aan archeobotanisch onderzoek' al elders verwoord. De Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) stelt minimumeisen aan de procesmatige kant van het onderzoek en aan de uitvoerders, zie SIKB Protocol 4006 'Specialistisch onderzoek', SIKB Protocol 4004 'Opgraven' en de Ontwerp-Beoordelingsrichtlijn Archeologie (BRL SIKB 4000) Bijlage 4 'Competentie-eisen aan actoren'. Methoden en technieken met betrekking tot het veldwerk zijn nader uitgewerkt in SIKB Leidraad 'Veldhandleiding Archeologie' (Carmiggelt & Schulten 2002). Die leidraad beschrijft per botanische materiaalgroep (pollen en sporen, macroresten, hout en houtskool en dergelijke) de meest gangbare vraagstellingen en de daarbij behorende veldwerkmethoden tot aan de overdracht ervan aan de specialist. In de voorliggende leidraad zal waar nodig naar deze documenten worden verwezen.

## 2 Resten van planten als informatiebron

Plantenresten, of ze nu tastbaar groot zijn als hout of onzichtbaar klein als stuifmeel, zijn onontbeerlijke informatiedragers voor het reconstrueren van het verleden van de mens. Het onderzoek aan plantenresten wordt soms met het blote oog gedaan, maar voor alle categorieën resten is één of ander microscopisch onderzoek noodzakelijk. Wanneer plantaardig materiaal in producten is verwerkt, kan biochemisch onderzoek worden toegepast om de productsamenstelling en de processen die daaraan ten grondslag lagen, te achterhalen. Voor vragen met betrekking tot domesticatie, veredeling en het achterhalen van herkomstgebieden van gewassen kan DNA-onderzoek uitkomst bieden. Diverse handboeken en de al genoemde veldhandleiding geven een overzicht van de onderzoeksvragen die met plantenresten beantwoord kunnen worden (Carmiggelt & Schulten 2002; Eryvynck *et al.* 2009; Renfrew & Bahn 2008). Hoofdstuk 9 van de eerste versie van de Nationale Onderzoeksagenda Archeologie (NOaA) geeft een overzicht van het archeobotanisch onderzoek in Nederland, met daarin de onderzoeksgeschiedenis, de tot dan toe opgedane kennis en (nog steeds) actuele

onderzoeksvragen (Brinkkemper *et al.* 2005). Hieronder volgt een impressie van de informatie die uit de verschillende plantaardige materialen kan worden verkregen, alsmede vragen die er mee beantwoord kunnen worden.

## 2.1 Informatie uit hout

Het determineren van onbewerkt hout en van hout dat als brandstof in allerlei vuren is gebruikt, geeft een indruk van de houtige gewassen die in de omgeving van een vindplaats voorkwamen. Veel van het constructiehout en anderszins bewerkt hout is ook uit de omgeving betrokken, maar hiervoor zijn vaak houtsoorten om hun kwaliteiten geselecteerd (bijvoorbeeld eikenhout voor middenstaanders van gebouwen, essenhout voor schopstelen, wilgentwijgen voor manden). Er zijn aanwijzingen dat mensen al in de prehistorie aan bosbeheer deden. Het in constructies voorkomen van palen van gelijke leeftijd en diameter kan daarvoor een aanwijzing zijn. Hout kan echter ook als grondstof of als object van elders zijn geïmporteerd. Een goede kennis van het landschap en informatie over de vegetatie uit bijvoorbeeld palynologisch onderzoek en het onderzoek aan botanische macroresten helpt vragen met betrekking tot handel en ruilen van goederen en grondstoffen van hout te beantwoorden.



4 Hoewel hout in het veld zichtbaar is, zoals de hier gefotografeerde Romeinse ladder van tenminste 110 cm lengte, is een microscoop nodig om te achterhalen uit welke houtsoorten deze bestaat (© Gemeente Den Haag).

De technische vaardigheden van de mens in het verleden zijn af te lezen aan het houtsoortgebruik in constructies, maar ook aan de gebruikte boomonderdelen, de manieren waarop deze zijn bewerkt en in constructies en objecten zijn verwerkt. Bewerkingssporen op het hout en de aanwezigheid van houtspaanders vertellen over houtbewerking als ambacht en het gereedschap dat daarbij is gebruikt. Gebruikssporen op hout kunnen verwijzen naar de functie van een object of constructieonderdeel. Bovendien levert bestudering van deze sporen informatie op over hergebruik, gebruiksduur en –intensiteit. Dit is bijvoorbeeld belangrijk bij duigentonnen, die voor een bepaalde toepassing zijn gemaakt. Ze zijn vervolgens getransporteerd en kunnen op een erf rondzwerfen voordat ze in de beschoeiing van een waterput worden verwerkt.

Niet alles is economisch of functioneel geweest. Houtsoorten kunnen een religieuze betekenis hebben gehad en daarom niet, of juist wel zijn gebruikt, en houten objecten kunnen gedeponeerd zijn om rituele redenen. In alle gevallen zijn contextgegevens van doorslaggevend belang bij de interpretatie van hout als informatiebron.

Houtskool is meestal het afvalproduct van houtvuren, van afgebrande constructies, of van brandstapels en de daarbij behorende constructies bij crematies. Bij ambachtelijke processen, zoals aardewerkfabricage en metaalbewerking, is houtskool vaak als brandstof ingezet met de bedoeling hogere en meer gelijkmatige temperaturen te bewerkstelligen. Of houtskool voor een tweede maal met vuur in aanraking is gekomen, kan aan de houtstructuur worden afgelezen. Temperatuuranalyses bepalen vervolgens hoe warm het vuur is geweest. Omdat hout dé brandstof van de mens was, is houtskool één van de parameters om vindplaatsen op te sporen en daarmee is het een belangrijke informatiebron in de archeologische monumentenzorg. Het is in dit verband van belang notie te nemen van de context en van de samenstelling, omdat houtskool ook een afvalproduct van bosbranden is.

Aangezien houtige gewassen koolstof uit de atmosfeer opnemen, zijn ze te gebruiken voor daterend onderzoek met behulp van  $^{14}\text{C}$ -methoden. Er is wel een kanttekening. Zolang hout 'leeft' is het daarin aanwezige percentage radioactief koolstof ( $^{14}\text{C}$ ) ongeveer gelijk aan dat in de atmosfeer. Zodra het hout niet meer met koolstof uit de atmosfeer wordt gevoed, neemt het percentage radioactieve koolstof af. Dat is het geval wanneer een boom dood gaat of wordt gekapt, maar datzelfde geldt voor het al wat oudere hout van nog levende bomen. Het selecteren van stamhout van oude bomen leidt daarom tot een te oude datering. Afhankelijk van de boomsoort – de ene soort kan ouder worden dan de andere – is de afwijking groter. Het is dus noodzakelijk de houtsoort en het boomonderdeel te bepalen bij de selectie van materiaal voor  $^{14}\text{C}$ -onderzoek.

Een tweede dateringsmethode voor hout is dendrochronologisch onderzoek. Aan de hand van jaarringpatronen in het hout van met name eik, es, iep, den, zilverspar en fijnspar/lariks kan het kapjaar of sterfjaar worden bepaald. Voor deze methode gaat de voorkeur uit naar hout met meer dan 60 jaarringen.

Samenvattend kan hout informatie verschaffen over de volgende algemene thema's:

- landschapsgeschiedenis, landgebruik en bosbouw;
- handel (uitwisseling), nijverheid en techniek;
- cultuur (incl. bouwtradities), kunst en religie;
- archeologische monumentenzorg, met name bij het in kaart brengen van archeologische vindplaatsen;
- dateringsonderzoek: <sup>14</sup>C-analyses en dendrochronologie.

## 2.2 Informatie uit botanische macroresten

Onder botanische macroresten vallen plantenresten die met het blote oog waarneembaar zijn, maar op soort gebracht worden met behulp van microscopen met vergrotingen tot 50x en tot 200x. De meest voorkomende botanische macroresten zijn zaden en vruchten. Steeds vaker worden echter stengels, bladeren, wortels, knollen, knopschubben en dergelijke, gedetermineerd. Bestudering van botanische macroresten leidt in de regel tot informatie over het voedings-middelenspectrum van de mens in het verleden en op een hoger niveau tot kennis over de introductie en het verdwijnen van cultuurgewassen. In het verleden daarvan wordt kennis verkregen over de productieprocessen die speelden in de akker- en tuinbouw. Het assortiment aan resten van wilde planten geeft daarbij het inzicht in ligging en vruchtbaarheid van akkers en tuinen en leidt regelmatig tot een beter inzicht in de locatie van weidegronden en hooilanden. De botanische macroresten leveren daarenboven vaak aanwijzingen voor de subtiele balans die in het verleden bestond tussen akkerbouw en veeteelt. Verder zijn de botanische macroresten van wilde planten belangrijke informatiedragers voor het achterhalen van de waterkwaliteit en de milieuomstandigheden waarin mensen leefden.

Met name vanaf de Romeinse tijd kunnen macroresten van niet inheemse planten (bijvoorbeeld olijfpitten, katoenzaden, peperkorrels) wijzen op handel, status of religieuze zaken. Resten van allochtone wilde planten geven de herkomstgebieden van de cultuurgewassen aan, zoals vinkenzaad in beerputten dat op graanimporten uit Oost- of Midden-Europa duidt.

Hoewel traditioneel de nadruk ligt op vraagstukken met betrekking tot voedsel en landbouw, is het macrorestenonderzoek ook waardevol als het gaat om onderwerpen als nijverheid en bouwtradities. Voorbeelden zijn: textielnijverheid (vlasproductie en verwerking tot linnen), aardewerkfabricage (plantenresten als mageringsmateriaal) en de touwslagerij (het meeste touw is gemaakt van plantenvezels). Om meer inzicht te krijgen in bouwtradities kan onderzoek aan botanische macroresten ingezet worden om te achterhalen wat voor materiaal als dakbedekking en als magering voor de lemen wanden is gebruikt.

Zoals al eerder gezegd is de context waarin plantenresten worden aangetroffen veelzeggend voor de betekenis en het gebruik van de betreffende planten. Zo maken koriander en rozemarijn in zeventiende-eeuwse begravingen deel uit van het mengsel aan balsemingskruiden, terwijl ze in een beerput uit dezelfde periode voedselresten vertegenwoordigen.

5 Verkoalde graankorrels (ca. 0,5 cm lang) van meerrijige bedekte gerst, in 1894 opgegraven bij het Romeinse fort Vechten (PUG-collectie / foto BIAX Consult).



Met name bij booronderzoek is de aanwezigheid en de staat van conservering van onverkoolde botanische macroresten een indicatie voor de kwaliteit van het overige onverkoolde botanische vondstmateriaal. De aanwezigheid van onverkoolde macroresten in een boring die in een vindplaatscontext is geplaatst maakt aannemelijk dat ook constructiehout bewaard gebleven is. Onverkoolde en verkoolde botanische macroresten zijn, beter nog dan hout, geschikt voor dateringsonderzoek met behulp van  $^{14}\text{C}$ -methoden, omdat deze resten doorgaans in één jaar zijn gevormd.

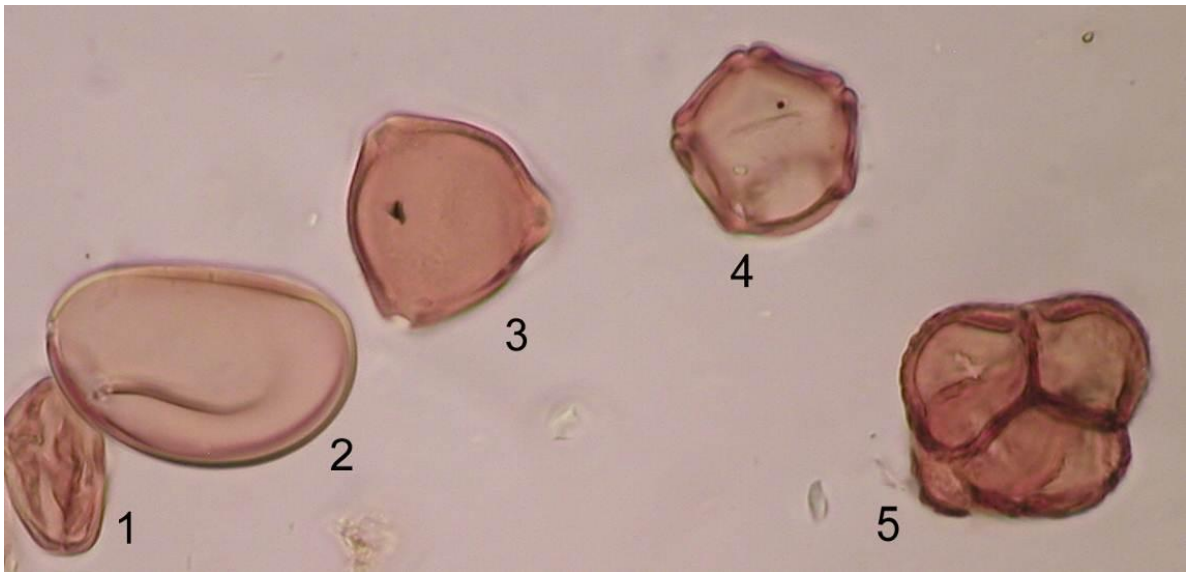
Samenvattend zijn de algemene thema's waarover botanische macroresten informatie leveren:

- voeding;
- agrarische bedrijfsvoering, introductie en verdwijning van cultuurgewassen;
- landschap, waterhuishouding en lokaal milieu;
- handel (uitwisseling);
- processen in de nijverheid (incl. bouwtradities);
- sociale status en religie;
- dateringsonderzoek door  $^{14}\text{C}$ -analyses.

### 2.3 Informatie uit stuifmeel, sporen, andere microfossielen, diatomeeën, fytolieten en zetmeelkorrels

Plantenresten in de categorie stuifmeel, sporen en andere microfossielen worden ook wel palynomorfen en non-pollen palynomorfen genoemd. Tezamen met diatomeeën (kiezelwieren), fytolieten (kristalachtige structuren in plantenweefsels) en zetmeelkorrels gaat het om resten





6 Stuifmeelkorrels (0,01-0,06 mm) van ganzerik (1), hazelaar (3), els (4), struikhei (5) en een varenspre (2) in veen in het Nieuwkoopse plassen gebied (© BIAAX Consult).

die niet met het blote oog zichtbaar zijn. Voor de bestudering daarvan zijn daarom microscopen nodig met vergrotingen van 400 tot 1000x.

Wanneer de 'regen' van stuifmeel en sporen terecht komt in meertjes, vennen, restgeulen en komgebieden, blijft het bewaard en levert het samen met andere microfossielen die in het sediment zitten informatie over de leefomgeving van de mens en het gebruik daarvan door die mens. Voorwaarde is dat de matrix waarin pollen en sporen terecht komen met water verzadigd is en er gedurende de periode van menselijke activiteiten accumulatie van veen of sedimentatie plaatsvindt. Alleen onder bijzondere omstandigheden, die te maken hebben met de zuurgraad en humusgehalte, blijft palynologisch materiaal in bodems boven het grondwater bewaard. Naast natuurlijke substraten komen palynomorfen en non-pollen palynomorfen in archeologische contexten voor. Ook hier spelen waterverzadigde omstandigheden een rol in de conservering en ook hier is er een uitzondering op de regel, want pollen en sporen blijven om dezelfde redenen als in natuurlijke bodems eveneens in cultuurlagen en plaggendecken bewaard. Daarin aangetroffen leiden deze resten tot een beter begrip van de verbouwde gewassen en de door de boeren gevoerde bemestingsstrategieën. Het stuifmeel en de andere microfossielen in archeologische contexten zoals waterputten, beerputten en afvalkuilen leveren niet alleen informatie over de leefomgeving van de mens. Palynologisch onderzoek aan deze sporen is met name belangrijk omdat het waarnemingen op kan leveren over door de mens genuttigde groenten, specerijen en tuinkruiden. Daarmee geven de resten extra informatie over voeding, handelswaar en de status van de mens. Exotische waar als kruidnagels en kappertjes zijn bijvoorbeeld tot op heden vooral door stuifmeel aangetoond. Stuifmeel in greppels rond grafheuvels levert een indruk op van de plaats van grafheuvels in het landschap.

Het oude oppervlak onder grafheuvels geeft de vegetatie weer op het moment van bouwen en aanwezig in greppels kan stuifmeel kennis genereren over grafrituelen.

Diatomeeën zijn eencellige kiezelwieren die in water of waterrijke omstandigheden leven. Er zijn veel goed herkenbare soorten en ze zijn zeer milieu-indicatief. Onderzoek aan diatomeeën is met name waardevol wanneer men iets wil weten over milieuomstandigheden bijvoorbeeld bij overstromingen, zoals tijdens de Sint-Elisabethsvloeden tussen 1421 en 1424 bij Dordrecht. Vrij nieuw is het onderzoek naar fytolieten en zetmeelkorrels. Fytolieten kunnen bijvoorbeeld achterblijven in vijzels of op maalstenen. Onderzoek hieraan kan informatie opleveren over het gebruik van archeologische objecten en leidt tot een globale indicatie van de planten die fijngestampt of vernalen zijn. In veel planten worden reserves in de vorm van zetmeel opgeslagen, vaak in wortels en knollen (bijvoorbeeld in aardappels) of in zaden en vruchten. Zetmeelkorrels zijn tot op zekere hoogte soortspecifiek en zitten vaak in die delen van planten die ook door mensen geconsumeerd worden. Nadeel is dat zetmeelkorrels boven de 50 graden Celsius in een waterige omgeving uiteen vallen. Onderzoek aan fytolieten en zetmeel levert vooral aanvullende informatie over het voedsel van de mens.

De algemene thema's waarvoor de met het blote oog onzichtbare plantenresten – ook wel plantaardige microfossielen genoemd – informatie aanreiken zijn:

- landschapsgeschiedenis en landgebruik;
- ligging van nederzettingen, grafvelden, religieuze plaatsen, en dergelijke;
- voeding;
- handel;
- sociale status en religie;
- functietoewijzing aan archeologische artefacten.

7 Met een combinatie van scanning-electronenmicroscopie en biochemische methoden zijn verkoolde etensresten (aankoeksel), zoals deze aan de binnenzijde van een neolithische scherf, te analyseren (© BIAx Consult).



## 2.4 Informatie uit biochemisch onderzoek en DNA-analyses

Aankoeksels op potten en amorf uitziende verkoolde (etens)resten bevatten regelmatig plantaardige bestanddelen. Soms zijn daarin restanten van plantenweefsels bewaard gebleven die met behulp van een scanning-electronenmicroscop nog zijn te determineren. Maar etensresten bestaan doorgaans uit meerdere plantaardige en dierlijke producten. Met biochemische technieken is te achterhalen om welke plantaardige (en dierlijke) ingrediënten het gaat. Hoewel verkoolde amorfe resten vooral informatie over het bereide voedsel opleveren, kunnen met deze technieken ook bijvoorbeeld plantaardige lijmen en verfstoffen herkend worden. Verkoolde amorfe resten dragen zo niet alleen bij aan het beeld over de voeding van de mens maar ook over ambachtelijke activiteiten. Het onderzoek naar de herkomst van gewassen is al zo oud als het vakgebied van de archeo-botanie. Veel kennis is verkregen door de vorm, grootte en celstructuur van plantenresten te onderzoeken; het zogenaamde morfologische onderzoek. Met DNA- technieken kan dat beeld worden aangescherpt en verfijnd, zo zou bijvoorbeeld kunnen worden uitgezocht of de gecultiveerde biet die in de Romeinse tijd in Nederland opduikt, gekweekt is uit de strandbiet die aan de kust voorkomt, óf dat gecultiveerde bieten door de Romeinen zijn meegenomen. DNA-onderzoek levert daarmee een wezenlijke bijdrage in discussies over herkomst, domesticatie en veredeling van cultuurgewassen.

## 2.5 Optimalisering door integratie van de verschillende plantencategorieën

De informatiebron 'resten van planten' is pas echt optimaal aangeboden wanneer de primaire gegevens uit de individuele categorieën van plantenresten met elkaar zijn geconfronteerd. Het



8 Gereconstrueerde impressie van de vijftiende-eeuwse keuken van het huis 'In den Struys' uit Veere, met onder andere brood, duivenboon, appel, zwarte bes, walnoot en hazelnoot. Bij het archeobotanisch onderzoek van de beerput zijn daarvan resten teruggevonden (© Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed).

is een belangrijke pre wanneer de botanische onderzoeker zowel de beschikking heeft over de noodzakelijke archeologische en fysisch geografische vindplaatsgegevens als ook gegevens kan uitwisselen met de onderzoeker van de dierlijke resten. Daarnaast is het gebruikelijk dat gegevens en conclusies getoetst worden aan de stand van kennis van het vakgebied. De informatiebron 'resten van planten' draagt op deze wijze pas echt bij aan de thema's:

- landschap, landgebruik en lokale milieumomstandigheden,
- agrarische bedrijfsvoering, akkerbouw, veeteelt, tuinbouw, fruitteelt en bosbouw,
- voeding,
- handel en uitwisseling,
- nijverheid, ambachten en technieken en
- sociale status, uitingen van kunst, religieuze / rituele handelingen.

### 3 Archeologisch veldwerk

#### 3.1 Veldwerk in het voortraject en bij behoud van vindplaatsen

In het voorgaande is al enkele keren aangestipt dat gegevens van plantenresten ook gebruikt kunnen worden om kennis te verkrijgen ten behoeve van de monumentenzorg. Dit gebeurt onder meer in het kader van archeologisch vooronderzoek als onderdeel van het in kaart brengen van archeologische vindplaatsen met behulp van booronderzoek, of door het vaststellen van de waarde van een vindplaats met behulp van proefsleuven. Het kan daarbij voorkomen dat in het vooronderzoek een deel van een vindplaats met behulp van bronbemaling wordt onderzocht, waarna besloten wordt de sporen *in situ* te behouden. Het tijdelijk blootstellen aan licht en zuurstof zonder de gebruikelijke voorzorgsmaatregelen, bijvoorbeeld het nathouden van hout tijdens het documenteren, leidt tot irreversibele verschrompeling van hout en andere onverkoolde plantenresten. Het gevolg is onwenselijk informatieverlies voor toekomstig archeologisch onderzoek.

##### 3.1.1 Waardering tijdens IVO-booronderzoek

Waarderend booronderzoek komt veel voor in afgedekte en verdrongen landschappen in bijvoorbeeld West-Nederland en de provincie Flevoland, waar vindplaatsen soms meters diep liggen en waar proefsleufonderzoek achterwege blijft omdat dit te lastig en kostbaar is. Bij dit type onderzoek gaat het niet zozeer om inhoudelijke kennis over het verleden, maar om het vaststellen van de archeologische waarde van een vindplaats aan de hand van de landschappelijke setting en (bio-)archeologische indicatoren. Verkoolde doppen van hazelnoten en houtskool in op elkaar aansluitende boringen zijn voorbeelden van bio-archeologische indicatoren.

9 Een aqualock-boorkern gestoken in het kader van waarderend booronderzoek bij Sluiskil (© Jos de Moor, EARTH Integrated Archaeology).



Bij het inzetten van verkoolde plantenresten in de zoektocht naar vindplaatsen gaat het in eerste instantie niet om conservering maar om identificatie. Daarbij speelt niet alleen de typologie-aanduiding een rol (verkoolde botanische macrorest of houtskool), maar is juist de soortaanwijzing belangrijk (hazelnoten en/of houtskool van den, eik, els, en dergelijke). Dit om onderscheid te kunnen maken tussen verkoold materiaal als gevolg van een natuurbrand en verkoold materiaal als gevolg van menselijk handelen.

Met name bij een landschapsarcheologische benadering is het zinvol om tijdens IVO-booronderzoek botanische monsters te nemen. Juist in het voortraject worden namelijk grote oppervlakken globaal in kaart gebracht, waardoor een goede indruk van de ligging van vindplaatsen in het landschap wordt verkregen. Daarbij worden vaak de voor botanisch onderzoek kansrijke landschapselementen ontdekt. Het onderzoeken van dergelijke landschapselementen is waardevol voor het inkleuren van onze kennis over het landschap en landgebruik rond de vindplaatsen (Lange *et al.* 2014)

### 3.1.2 Waardering tijdens IVO-proefsleuvenonderzoek

Inventariserend veldonderzoek door middel van proefsleuven (IVO-proefsleuven) heeft tot doel het vaststellen van de waarde van een vindplaats, of, zoals dat in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie genoemd wordt 'het aanvullen en toetsen van de gespecificeerde verwachting'. Wat plantaardig materiaal betreft wil men bij dit type onderzoek meestal weten hoeveel er bewaard is gebleven, wat de diversiteit is en in welke staat het verkeert. De botanische informatie dient in deze fase van het onderzoek als één van de parameters bij het



vaststellen van de kwaliteit van een vindplaats en het daaruit voortvloeiende advies: behoud *in situ*, behoud *ex situ* of vernietiging.

Omdat bij proefsleuvenonderzoek minder dan tien procent van een vindplaats wordt onderzocht en sporen en structuren veelal niet worden afgewerkt, kan de potentiële kwaliteit van de plantenresten vaak beter door een botanisch specialist via bureauonderzoek worden vastgesteld (Kooistra 2006). Wel zijn daarbij gegevens uit het proefsleuvenonderzoek nodig, zoals 1. het type vindplaats en de datering, 2. de mate van verstoring van de grondsporen en 3. het niveau van het grondwater. Het bureauonderzoek concentreert zich op het genereren van een overzicht van eerder onderzochte vindplaatsen uit dezelfde periode in de regio. Het totaal aan gegevens bepaalt de waarde van de nieuwe vindplaats voor archeobotanisch onderzoek. In een enkel geval kan het zinvol zijn om bij het IVO-proefsleuvenonderzoek aanvullend op het archeobotanisch bureauonderzoek grondmonsters te nemen om de kwaliteit van het botanisch materiaal vast te stellen en zo de waarde van een vindplaats mede te bepalen. Dat geldt onder andere voor vindplaatsen die alleen uit een vondstlaag of uit ophogingspakketten bestaan (bijvoorbeeld meso- of neolithische vindplaatsen op donken).

Indien monstername bij een IVO-proefsleuvenonderzoek niet noodzakelijk geacht wordt, maar er in deze fase wel sporen worden afgewerkt, dan dienen deze sporen als ze kansrijk zijn voor archeobotanisch onderzoek (dat geldt voor zowel botanische macroresten als palynologische resten) bemonsterd te worden. Er kan immers bij een eventueel later uitgevoerde opgraving geen botanisch materiaal meer uit deze sporen verzameld worden. In voorkomende situaties maken de monsters die tijdens het proefsleuvenonderzoek zijn genomen, deel uit van de opgraving (het definitieve onderzoek) en kunnen ze alsnog worden geselecteerd voor waardering of analyse.

Mocht er tijdens een IVO-proefsleuvenonderzoek hout worden aangetroffen dat niet *in situ* in de grond kan blijven, dan kan dat, na overleg met opdrachtgever, eigenaar en bevoegde overheid, als onderdeel van het proefsleuvenonderzoek volledig worden onderzocht (beschrijven, determineren en eventueel dateren/conserveren). Hout dat niet onder optimale omstandigheden is opgeslagen, gaat doorgaans sterk achteruit in kwaliteit. Dit leidt tot kostbaar en nodeloos verlies aan informatie.

### 3.1.3 Conservering bij behoud *in situ*

Een belangrijk uitgangspunt van de archeologische monumentenzorg is behoud *in situ*. Archeologische resten blijven in dat geval op hun plek in de bodem voor later onderzoek. Het streven is het duurzaam in stand houden van de kwaliteit van het *in situ* te bewaren archeologisch erfgoed, waaronder plantaardig materiaal (SIKB protocol '4005 Fysiek Beschermen' versie 3.3). Plantenresten zijn echter gevoelig voor biologische en mechanische degradatieprocessen. Micro-organismen zoals bacteriën en schimmels zijn de belangrijkste aantasters van onverkoelde plantenresten. Sedimenten waarin weinig van deze micro-organismen voorkomen, liggen in onze streken vooral op plaatsen waar permanent grondwater aanwezig is. Niet de zuurgraad maar het vrijwel ontbreken van zuurstof is doorslaggevend voor

de conservering. Voor verkoolde plantenresten vormen mechanische druk en een combinatie van vocht en temperatuurschommelingen, alsmede een sterk basische omgeving (pH > 10) bedreigingen voor het voortbestaan (Huisman *et al.* 2012). Mechanische degradatieprocessen spelen met name een rol wanneer grondsporen met verkoolde plantenresten zich dicht onder het oppervlak bevinden.

Archeologische vindplaatsen in het holocene deel van Nederland liggen vaak ingebed in pakketten organisch materiaal (veen, detritus of gyttja). Aantasting van die organische pakketten leidt tot verlies en desintegratie van archeologische sporen en daarmee ook tot contextverlies en verplaatsing van anorganische resten als aardewerk en steen. Aan behoud *in situ* in holoceen West- en Noord-Nederland kleeft daarom een zeker risico. Door deze vindplaatsen te monitoren zouden de risico's in kaart gebracht kunnen worden, maar er is discussie over de betrouwbaarheid en efficiëntie van de tot op heden gebruikte methoden (Huisman & Mauro 2013).

### 3.2 Veldwerk tijdens definitief opgraven

De wens om informatie over het verleden die in plantenresten aanwezig is ook daadwerkelijk te kunnen benutten, stelt eisen aan de opgraving. De plantenresten moeten daartoe adequaat verzameld worden, wat inhoudt dat zowel de manier van verzamelen als de hoeveelheid materiaal die wordt geborgen afdoende is voor de vragen die men wil beantwoorden.

De hoofdstukken 1 tot en met 4 van KNA leidraad 1 'Veldhandleiding Archeologie' beschrijven uitvoerig hoe er in het veld gehandeld moet worden om plantaardig materiaal goed te verzamelen (Carmiggelt & Schulten 2002: 7-30). De hoofdstukken 19 en 20 gaan in op het verzamelen van respectievelijk dendrochronologische en <sup>14</sup>C-monsters (Carmiggelt & Schulten 2002: 111-116). Hieronder worden een paar punten onder de aandacht gebracht.

#### 3.2.1 Met de hand verzamelen, het zeven van houtskoolmonsters

Het met de hand verzamelen van individuele plantenresten is geen betrouwbare verzamelmethode. Uitzondering op deze regel is hout van constructies en objecten die van hout of van andere plantaardige materialen zijn gemaakt (bijvoorbeeld kledingresten van vlas, of matten van biezen). Deze zaken zijn doorgaans zo groot dat ze in het veld met het blote oog zichtbaar zijn en daarmee is 'met de hand verzamelen' een betrouwbare methode. Voor het verzamelen, verpakken en opslaan wordt verwezen naar hoofdstuk 3 van de 'Veldhandleiding Archeologie' en naar de Subspecificatie Monsters (OS11 van het SIKB protocol '4004 Opgraven'). Door de kwetsbaarheid van hout en objecten van plantaardig materiaal verdient het aanbeveling om de constructie-elementen en objecten zo snel mogelijk na ontdekking te laten onderzoeken en eventueel te laten conserveren door daartoe gekwalificeerde instellingen en mensen. De volgorde is te allen tijde: eerst onderzoeken, dan conserveren, want hoe goed organisch materiaal ook wordt geconserveerd, het leidt altijd tot informatieverlies.



10 Het bemonsteren van een grondspoor voor onderzoek aan botanische macroresten en houtskool (© Archol BV).

Van een concentratie onbewerkt hout, bijvoorbeeld in een aanspoelgordel van een restgeul of een concentratie van stukken hout zonder dat daarin een verband zichtbaar is, worden grondmonsters genomen. Het volume is afhankelijk van de omvang van de stukken hout, maar het zal doorgaans om niet veel meer dan tien liter grond gaan. Dergelijke grondmonsters worden door een daartoe gespecialiseerde onderzoeker behandeld en verwerkt.

Het komt voor dat tijdens het veldwerk stukjes houtskool met de hand worden verzameld. Deze werkwijze heeft alleen zin wanneer de verzamelde houtskool voor dateringsonderzoek dient, maar ook bij dit doel verdient het de voorkeur om een grondmonster te nemen. Voor elke andere vraagstelling is het met de hand verzamelen van houtskool ongeschikt. De grootte van de stukjes houtskool zijn deels soortspecifiek en bij het met de hand verzamelen bestaat de kans dat slechts een selectief deel van het aanwezige spectrum aan houtsoorten wordt verzameld, waardoor de interpretatie wordt beïnvloed. Van houtskool worden daarom grondmonsters genomen (zie 'Veldhandleiding Archeologie' hoofdstuk 4). Hoewel houtskoolmonsters gezeefd kunnen worden op zeven met een maaswijdte van twee millimeter, verdient het aanbeveling dezelfde zeefprocedure te volgen als voor de grondmonsters voor botanische macroresten. In houtskoolmonsters kunnen immers ook botanische macroresten aanwezig zijn, die verloren gaan bij het gebruik van een tweemillimeterzeef.

### 3.2.2 Plantenresten in archeologische zeefresiduen

Bij het verzamelen van archeologische artefacten worden regelmatig vondstlagen, afvalpakketten of vullingen van beerputten al dan niet in vakken ingedeeld, in hun geheel gezeefd op zeven met maaswijdten van 2 of 4 millimeter en grover. De residuen worden doorgaans gedroogd en daarna worden de archeologische artefacten (vuursteen, aardewerk, metaal, bot, en dergelijke) eruit gehaald. Naast deze voor iedereen herkenbare artefacten zijn er allerlei plantenresten die een schat aan informatie op kunnen leveren, zoals de grotere zaden, pitten, verkoolde vruchten (bijvoorbeeld verkoolde appeltjes, vijgen, en dergelijke), verkoolde etensresten, hout en houtskool. In verband met die plantenresten is het raadzaam om bij gebruik van slootwater bij het zeven, dit water te filteren met een fijnere maaswijdte dan die van de zeef, om verontreiniging met subrecent plantenmateriaal te voorkomen. Indien onverkoolde houten objecten aanwezig zijn, dan worden deze onmiddellijk uit het residu verwijderd en in plastic zakken of potten met water opgeslagen. Onverkoolde pitten zouden met de rest van het residu gedroogd kunnen worden, maar het verdient de voorkeur deze eveneens in natte bewaaromstandigheden te brengen. Als tussen de archeologische artefacten alleen verkoolde plantenresten voorkomen, kunnen de residuen in hun geheel worden



11 Een archeologisch zeefresidu van een mesolithische vondstlaag wordt doorgekeken op vondsten, waaronder botten en verkoolde plantenresten (© BOOR Rotterdam).



gedroogd. Het doorkijken van de residuen op determineerbare plantenresten is werk voor een archeobotanisch specialist.

Door de grove maaswijdten en het stelselmatig drogen van de zeefresiduen mag deze methode nooit de enige verzamelmethode voor plantenrestenonderzoek zijn. Gezien de grote hoeveelheden grond die zo verwerkt worden, is het wel een belangrijke manier om informatie te verkrijgen over grote plantenresten die doorgaans in lage dichtheden voorkomen. Deze verzamelmethode is echter te allen tijde aanvullend op de geëigende methode, namelijk het nemen van grondmonsters van vijf, tien of meer liter, om informatie over voedsel, status, handel, en dergelijke, te verkrijgen.

### 3.2.3 Monsters voor botanische macroresten

Voor de verzamelwijze, het zeven en de opslag van botanische macroresten met behulp van grondmonsters wordt verwezen naar de 'Veldhandleiding Archeologie' hoofdstuk 2 en naar de Subspecificatie Monsters (OS11 van het SIKB protocol '4004 Opgraven'). In tegenstelling tot de procedure rond archeologische zeefresiduen is gebruik van slotwater bij het zeven van grondmonsters voor botanische macroresten ontoelaatbaar. Voor het zeven van deze monsters zijn zeven met heel fijne maaswijdten (tot 0,25 mm) vereist. De filters voor het slotwater

12 Het zeven van een macrorestenmonster met leidingwater (© BIAX Consult).





moeten nog fijnere maaswijdten hebben en zullen dientengevolge snel dichtslibben. Daarom dient met leidingwater te worden gezeefd. De monsters voor botanische macroresten zijn ook geschikt voor houtskool en er kunnen amorfe verkoolde resten (bijvoorbeeld etensresten) in voorkomen die met scanning-electronenmicroscopie en biochemisch onderzoek kunnen worden onderzocht (zie paragraaf 3.2.6).

#### 3.2.4 Monsters voor stuifmeel, sporen, andere microfossielen en diatomeeën

Voor de verzamelwijze en opslag van monsters voor stuifmeel, sporen, diatomeeën en andere microfossielen wordt verwezen naar de 'Veldhandleiding Archeologie' hoofdstuk 1 en naar de Subspecificatie Monsters (OS11 van het SIKB protocol '4004 Opgraven'). Aangezien tijdens de bereidingsprocedure voor palynologische resten de diatomeeën verloren gaan moeten aparte submonsters voor diatomeeën genomen worden. Het diatomeeënonderzoek wordt door een diatomeeënspecialist uitgevoerd. Zij/hij neemt vaak ook de submonsters en extraheert de diatomeeën uit het sediment. Andere non-pollen palynomorfen doorstaan de bereidingsprocedures en worden tegelijk met het pollen onderzocht.

#### 3.2.5 Monsters voor fytolieten en zetmeel

Soms zijn plantenresten niet meer op morfologische kenmerken te determineren, maar zijn wel fytolieten of – als het om opslagweefsels gaat – zetmeelkorrels bewaard gebleven. Deze microscopische onderdelen van plantenweefsels zijn deels soortspecifiek en kunnen daarom worden ingezet in de identificatie. Monsters voor dit type onderzoek worden doorgaans na afloop van de opgraving genomen door daartoe gespecialiseerde onderzoekers. Voor het onderzoek naar fytolieten op archeologische objecten is het raadzaam die niet schoon te schrobben, aangezien het onderzoeksmateriaal daardoor verloren gaat.

#### 3.2.6 Monsters voor biochemisch en fysisch onderzoek

Indien in aankoeksels op aardewerk, verkoolde etensresten of amorfe verkoolde resten morfologisch herkenbare resten voorkomen, kunnen deze met behulp van een scanning-electronenmicroscopie worden onderzocht. De morfologisch herkenbare resten worden eerst door een archeobotanisch specialist geselecteerd en geprepareerd. Als bewijslast voor de determinatie dienen scanning-electronenfoto's. Wanneer dergelijke resten geen morfologisch herkenbare resten bevatten, kan biochemisch onderzoek in combinatie met het meten van de verkolings temperatuur uitkomst bieden. De monsters voor dit type onderzoek worden in overleg met of door een archeobotanisch specialist genomen, waarna in overleg met de uitvoerder en eventueel het bevoegd gezag wordt besloten welke (bio)chemische onderzoeken worden uitgevoerd.

Hoewel DNA-onderzoek aan archeobotanische resten nog in de kinderschoenen staat, is dit onderzoek zeer waardevol voor bijvoorbeeld het ontrafelen van de domesticatiegeschiedenis van cultuurgewassen. Vooralsnog komen alleen onverkoolde en bij lage temperaturen verkoolde plantenresten in aanmerking voor dit type onderzoek en anders dan bij monsters

voor menselijk DNA is er bij monsternamen minder gevaar voor contaminatie. Desalniettemin is voorzichtigheid geboden, want één enkele recente stuifmeelkorrel van graan kan meer DNA bevatten dan een verkoold graanmonster. De monsters voor DNA-onderzoek zullen veelal na de opgraving genomen worden. Richtlijnen voor monsternamen staan in de Subspecificatie Monsters (OS11 van het SIKB protocol '4004 Opgraven').

Materiaal voor daterend onderzoek met de  $^{14}\text{C}$ -methode wordt eveneens pas na de opgraving geselecteerd. Gezien de korte periode van vorming (meestal slechts één jaar) zijn verkoold en onverkoold botanische macroresten van terrestrische planten het beste geschikt voor deze methode van daterend onderzoek. Indien dit materiaal niet aanwezig is kan hout of houtskool gebruikt worden. Voordat plantenresten voor een datering worden ingestuurd is determinatie noodzakelijk, omdat met name voor  $^{14}\text{C}$ -onderzoek niet alle plantensoorten of onderdelen van planten geschikt zijn. Indien materiaal wordt opgeslagen voor eventueel toekomstig  $^{14}\text{C}$ -onderzoek, let dan op dat het materiaal niet kan worden aangetast door recente organismen, want die kunnen voor toevoer van recente koolstoffen zorgen, en geef aan welke conserveermiddelen zijn toegevoegd (zie voor meer informatie de net genoemde Subspecificatie Monsters).

Naast het radioactief vervallende isotoop  $^{14}\text{C}$  heeft koolstof, net als andere elementen, isotopen die wel stabiel zijn. Stabiele isotopen kunnen worden benut om informatie over verschillende onderwerpen te verkrijgen. Het bekendst is het achterhalen van de ingrediënten in etensresten van de mens of een mensachtige in het verleden, veelal op basis van stabiele isotopen van koolstof ( $^{13}\text{C}$ ) en stikstof ( $^{15}\text{N}$ ). Zo blijkt dat wanneer een menu bestond uit planten en dieren die op land geleefd hebben, de relatieve aandelen van  $^{13}\text{C}$  en  $^{15}\text{N}$  ( $\delta^{13}\text{C}$  en  $\delta^{15}\text{N}$ ) laag zijn. Bij voedselproducten uit zoet water (bijvoorbeeld zoetwatervis) is het  $\delta^{15}\text{N}$ -gehalte hoger en bij veel mariene voedselbronnen zijn zowel  $\delta^{15}\text{N}$  als  $\delta^{13}\text{C}$  relatief hoog.

Pas sinds kort worden stabiele isotopen ook aan plantenresten zelf bepaald om de herkomst van cultuurgewassen te achterhalen of om een idee te krijgen van de mate van bemesting van gewassen. Hoewel ook dit onderzoek nog in de kinderschoenen staat lijkt het erop dat het relatieve aandeel van  $^{15}\text{N}$  toeneemt bij bemesting en bij intensieve bemesting zelfs tot waarden die voorheen uitsluitend aan aquatische voedselbronnen werden gekoppeld. Pilotonderzoek aan neolithische en bronstijdmonsters uit enkele Nederlandse vindplaatsen heeft dermate hoge  $\delta^{15}\text{N}$ -waarden opgeleverd dat er sprake moet zijn geweest van bemesting (uit nog ongepubliceerd onderzoek van O. Brinkkemper en R. Fernandes). Enkele andere stabiele isotopen, zoals die van koolstof, strontium en zwavel, kunnen informatie opleveren over de herkomst van cultuurgewassen en andere voedsel- en gebruiksplanten. Een dergelijk onderzoek is in Nederland nog niet uitgevoerd.

### 3.2.7 Aantallen en representativiteit

#### *Opmerkingen vooraf*

Voor hout, de enige botanische materiaalgroep die met de hand verzameld kan worden, is het bij vragen over de technologische kennis van mensen in het verleden wenselijk al het bewaard



13 Biochemisch en palynologisch onderzoek van gemineraliseerde mest leverde informatie op over de producent van de mest (rund of varken) en de weidegrond (voedselrijk moerasgrasland) (© BIAX Consult).

gebleven hout van een constructie te beschrijven en te determineren.

Het is ondoenlijk en ook niet nodig om alle in de bodem bewaard gebleven houtskool, botanische macroresten en palynologische resten van een vindplaats te verzamelen en onderzoeken. Daarom worden van deze botanische resten grondmonsters genomen uit kansrijke archeologische sporen en natuurlijke afzettingen. Om te komen tot een optimale bemonsteringstrategie wordt door de botanisch specialist voorafgaande aan een opgraving een plan van aanpak opgesteld (zie specificatie SP01 van het SIKB protocol '4006 Specialistisch onderzoek').<sup>5</sup> Centraal in het plan staat het - vaak al in het PvE voorziene - aantal monsters dat nodig is om de betreffende vragen uit het PvE te beantwoorden.

Elke botanische materiaalcategorie heeft een eigen verzamel- en verwerkingswijze en ze leveren aan elkaar complementaire informatie over de al eerder genoemde vraagstellingen over voeding, agrarische bedrijfsvoering, brandstof, vegetatiegeschiedenis, en dergelijke. Het is dan ook verwonderlijk dat bijvoorbeeld sporen met onverkoelde plantenresten vaak alleen op botanische macroresten of alleen op palynologische resten worden onderzocht en maar zelden op beide botanische vondstcategorieën. Als vraagstellingen leidend zijn in onderzoek, en dat zou zo moeten zijn, dan bepaalt dat de inzet van de botanische materiaalcategorieën. Zo is er bij onderzoek aan natuurlijke afzettingen, met als doel het verkrijgen van informatie over het

<sup>5</sup> Specificatie SP01 van het SIKB protocol '4006 Specialistisch onderzoek' geldt ook voor protocol '4003 Inventariserend Veldonderzoek'.

landschap en het gebruik daarvan, een grote kennismeerwaarde wanneer naast palynologische resten ook macroresten worden onderzocht. Iets vergelijkbaars geldt voor beerputonderzoek. Palynologisch onderzoek levert hier doorgaans exotische voedselproducten op die met macrorestenonderzoek niet te detecteren zijn.

Hoewel botanisch onderzoek gebaat is bij uitgebreide monsternamen om tot een goede selectie van te analyseren monsters te komen en om vraagstellingen te kunnen beantwoorden, betekent dit niet dat, wanneer er maar weinig geschikte monsterlocaties zijn, het onderzoek achterwege gelaten kan worden. Uiteraard kunnen sommige vraagstellingen niet met het materiaal van de vindplaats worden beantwoord. Maar als de weinige gegevens goed worden vastgelegd, kunnen deze later met die van andere vindplaatsen worden samengevoegd om zo alsnog antwoorden te leveren op vragen over bijvoorbeeld de landbouweconomie in een bepaalde periode of regio.

#### *Aantallen monsters: algemeen*

In het traject van een opgraving worden op vier momenten beslissingen over aantallen monsters genomen:

- 1 bij het schrijven van een PvE. De vraagstellingen bepalen de benodigde aantallen monsters, alsmede de typen sporen en structuren die voor bemonstering in aanmerking komen.
- 2 tijdens veldwerk. Doorgaans komen meer sporen en structuren voor bemonstering in aanmerking dan op grond van het PvE is vastgesteld.
- 3 na veldwerk. Op basis van archeologische kennis opgedaan tijdens veldwerk, dateerbaarheid van bemonsterde sporen en structuren en vragen in het PvE vindt selectie plaats voor inventarisatie. Bij selectie dient rekening gehouden te worden met representatieve aantallen monsters per periode en per type materiaalcategorie: botanische macroresten, hout, houtskool en palynologisch materiaal.
- 4 na inventarisatie. Met kennis over de botanische kwaliteit op basis van de geïnventariseerde monsters wordt een voorstel voor te analyseren monsters gemaakt. In dit voorstel wordt beredeneerd in welke mate de vragen uit het PvE beantwoord kunnen worden.

Leidend voor de aantallen monsters per vindplaats zijn de vragen in het PvE. Daarvan uitgaande moet het aantal grondmonsters representatief zijn voor de complexiteit van een vindplaats in het algemeen of voor een archeologisch spoor op zichzelf: meerdere lagen in een spoor kan betekenen dat er meerdere monsters genomen dienen te worden. Bovendien bepalen de vondstomstandigheden (kansen op sporen met verkolde of onverkolde resten, de gaafheid van de sporen en de dateerbaarheid van sporen) in belangrijke mate hoeveel monsters uiteindelijk genomen en verwerkt worden.

#### *Aantallen monsters botanische macroresten*

Verkolde plantenresten zijn een onontbeerlijke materiaalbron voor het verkrijgen van informatie over voeding, maaltijdbereiding, oogstverwerking en opslag. Deze resten zijn in

vrijwel alle archeologische sporen van een vindplaats in wisselende dichtheden en samenstellingen aanwezig. Ze zijn alleen in het veld meestal onzichtbaar. Het is ondoenlijk om net als voor het aardewerk alle sporen van een vindplaats op botanische macroresten te bemonsteren. Daar komt bij dat in tegenstelling tot aardewerk alleen scherp te dateren archeologische sporen voor archeobotanisch onderzoek geschikt zijn.<sup>6</sup> De gaafheid van een vindplaats als geheel (is bijvoorbeeld een complete nederzetting uit een bepaalde periode bewaard gebleven) en van de individuele sporen (zijn deze ongestoord of doorsneden door sporen uit andere perioden) is van groot belang voor het inschatten van de omvang van het botanisch onderzoek. Het is niet voor niets dat het maken van een plan van aanpak voor specialistisch onderzoek deel uit maakt van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (specificatie SP01 van het SIKB protocol '4006 Specialistisch onderzoek'). Is bijvoorbeeld de verwachting dat een complete nederzetting uit een bepaalde periode bewaard is, dan kan door een uitgekiend bemonsteringsplan gezocht worden naar activiteitscentra binnen erven en nederzettingen en naar eventuele opslaglocaties voor voedsel en diervoer.

Omdat tijdens het veldwerk de sporen vaak niet kunnen worden gedateerd en omdat de dichtheid en samenstelling van verkoolde plantenresten in het veld niet goed zijn in te schatten, is het nodig om meer sporen te bemonsteren dan er kunnen worden uitgewerkt. In de evaluatiefase vindt een sporenanalyse plaats, op basis waarvan monsters op hun botanische inhoud worden geïnventariseerd. Aan de hand van deze gegevens wordt een selectieadvies en uitwerkingsplan opgesteld. Het is van belang te realiseren dat de ervaring heeft geleerd dat in rurale vindplaatsen in Nederland doorgaans niet meer dan dertig procent van de sporen zoveel verkoolde plantenresten bevatten dat ze in aanmerking komen voor analyse. Dat wil niet zeggen dat bemonsterde sporen met weinig tot geen verkoolde plantenresten waardeloos zijn. Het geeft informatie over de spreiding van verkoolde resten over de vindplaats. Bovendien geven sporen met weinig verkoolde resten (die doorgaans niet worden geanalyseerd) over het algemeen een goede indruk van het zwerfvuil dat de gebruikers van een vindplaats hebben achtergelaten. Door het zwerfvuil te onderzoeken wordt informatie over de functie van een vindplaats verkregen. Het zwerfvuil geeft dus wel degelijk een belangrijk signaal af en de resultaten van dergelijke monsters dienen daarom meegenomen te worden in de interpretatie van het menselijke handelen in het verleden.

Onverkoolde macroresten zijn zeer geschikt voor het verkrijgen van informatie over het lokale milieu, voeding en allerlei agrarische gebruiken en vullen daarmee de kennis aan die uit de analyse van monsters met alleen verkoolde plantenresten is verkregen. Onverkoolde plantenresten, inclusief hout, worden vrijwel alleen aangetroffen in sporen die permanent onder invloed van het grondwater liggen, bijvoorbeeld beerputten, grachten, waterputten,

---

<sup>6</sup> Aardewerk wordt aan de hand van morfologische kenmerken gedateerd. Dat geldt niet voor botanische resten; aan het uiterlijk daarvan valt de ouderdom niet af te leiden. Een archeologisch spoor met aardewerk uit een tijdrange van enkele honderden jaren kan ook botanisch materiaal uit diezelfde tijdrange bevatten. Hoe oud de individuele plantenresten zijn is in dat geval onbekend. Een <sup>14</sup>C-datering van het botanisch materiaal heeft alleen zin wanneer de indruk bestaat dat het botanisch materiaal in het spoor het resultaat is van één enkele handeling.



en dergelijke. Sporen met dergelijke vondstomstandigheden zijn doorgaans schaars, maar als ze tijdens een opgraving worden aangetroffen dan is de trefkans op onverkoolde botanische resten honderd procent. Omdat sporen met onverkoolde macroresten schaars zijn en de informatiewaarde hoog is, is het van belang om deze altijd te bemonsteren.

Bij het bepalen van de aantallen te onderzoeken monsters met onverkoolde botanische macroresten is belangrijk dat er afstemming is tussen deze monsters en monsters die voor palynologische analyses in aanmerking komen.

#### *Aantallen monsters houtskool en hout*

In de Nederlandse archeologie wordt doorgaans weinig aandacht besteed aan de materiaal-categorieën hout en houtskool. Dat is onterecht daar deze materiaalgroepen informatie verschaffen over de belangrijkste grondstof van de mens in het verleden.

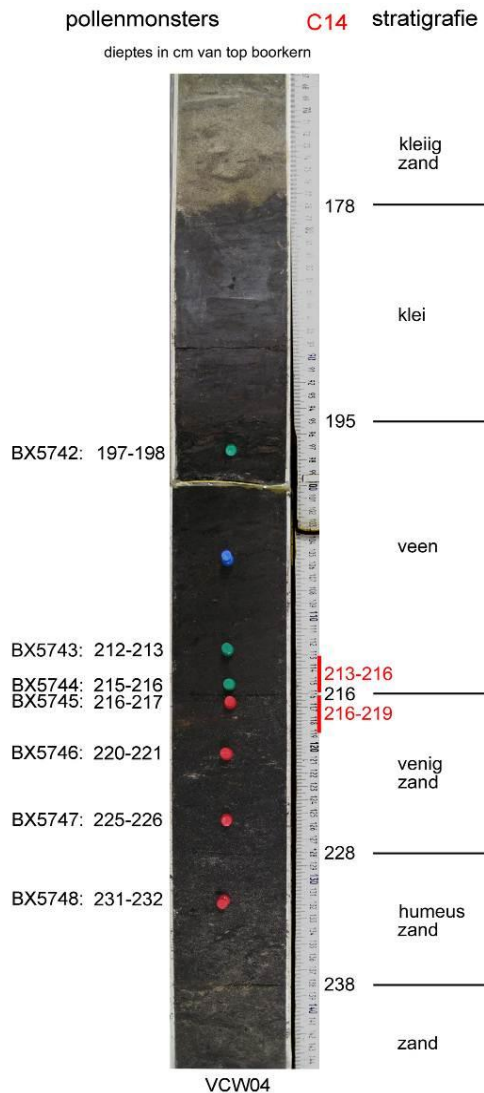
Meer nog dan bij macroresten speelt bij houtskoolonderzoek het spoortype een rol in de bemonsteringstrategie en ligt de nadruk op het bemonsteren van sporen waarin vuren gebrand hebben, zoals haarden, ovens en door brand verwoeste structuren. Houtskoolfragmenten zijn over het algemeen groter dan verkoolde botanische macroresten en daarom zijn houtskoolrijke sporen in het veld herkenbaar. De aantallen te onderzoeken monsters zijn afhankelijk van de vraagstellingen, de complexiteit van de vindplaats en de spoortypen. In principe komen alleen houtskoolrijke sporen voor onderzoek in aanmerking. Het materiaal in dergelijke sporen is doorgaans in een korte periode daarin terecht gekomen. Mocht een datering op basis van aardewerk niet mogelijk zijn, dan is een <sup>14</sup>C-bepaling aan houtskool een alternatief.

Hout wordt meestal met de hand verzameld. Wanneer echter grote constructies van samengesteld hout worden aangetroffen (bijvoorbeeld vlechtwerkwanden van huizen) kan het zinvol zijn om een houtmonster te nemen. Deze monsters worden door de houtspecialist genomen, want die is dan toch al in het veld om de constructie te beschrijven (zie 'Veldhandleiding Archeologie' hoofdstuk 3). Een enkele keer worden concentraties van natuurlijk hout aangetroffen, bijvoorbeeld in de bedding van een restgeul. Analyse van een monster daarvan levert waardevolle informatie op over de natuurlijke samenstelling aan houtige gewassen. Het aantal houtmonsters is vooral afhankelijk van de vondstomstandigheden.

#### *Aantallen monsters palynologisch materiaal*

Voor monsternamen voor het verkrijgen van palynologische informatie komen in aanmerking:

- natuurlijke afzettingen,
- akkerpakketten,
- greppel-/slootvullingen,
- grafheuvels,
- gemineraliseerd organisch materiaal en
- allerlei archeologische sporen die tot in het grondwater reiken zoals water- en beerputten.



14 Monsterlocaties voor palynologisch, macroresten- en <sup>14</sup>C-onderzoek in een boorkern van een mesolithisch rivierduin in het Yangtzegebied (© BIAAX Consult).

In geval van natuurlijke afzettingen, akkerpakketten, greppel-/slootvullingen en grafheuvels worden op geschikte locaties (zie 'Veldhandleiding Archeologie', hoofdstuk 1) profielbakken geslagen of grondboringen gezet. Uit die profielbakken of boorkernen worden vervolgens de eigenlijke palynologische monsters genomen. De aantallen palynologische monsters per profielbak zijn sterk afhankelijk van de vraagstellingen in het PvE en de dikte van de kansrijke afzettingen en pakketten. Belangrijk is wel dat bij de monsternamen rekening wordt gehouden met zogenoemde controlemonsters. Dit zijn monsters onder en/of boven de kansrijke pakketten om te achterhalen of palynologisch materiaal uit andere lagen in de kansrijke lagen terecht is gekomen.

Bij het bepalen van aantallen palynologische monsters uit archeologische contexten is belangrijk dat er afstemming is tussen deze monsters en monsters die voor het onderzoek aan botanische macroresten in aanmerking komen.

### *Aantallen monsters met betrekking tot superspecialistische materialen*

De monsters voor superspecialistische onderzoeken, bijvoorbeeld voor diatomeeën, fytolieten, zetmeel, biochemische analyses en DNA, worden meestal na de opgraving genomen.

Afwegingen over aantallen en representativiteit gaan in overleg met de betrokken superspecialisten (vakspecialisten van disciplines die niet tot de archeologie behoren).

### 3.2.8 Integratie van botanische materiaalgroepen, houten constructies en andere bijzonderheden

Hoewel in het voorgaande steeds afzonderlijk over de drie belangrijkste botanische subdisciplines is gesproken, is het raadzaam om in de aanloopfase van het veldwerk het verzamelen van houtvondsten en de bemonsteringsplannen voor de botanische subdisciplines op elkaar af te stemmen.

In een aantal gevallen is het zinvol om een archeobotanisch specialist in het veld te roepen. Dit geldt met name bij ingewikkelde houten constructies, bijzondere spoorcomplexen die kansrijk zijn voor botanische macroresten en bij het bepalen van een goede locatie voor palynologische bemonstering. Een ter zake kundig archeobotanisch specialist kan samen met het veldteam en/of een fysisch geograaf voor deze specifieke gevallen een bemonsteringsstrategie opstellen of de monsters zelf nemen.

Als er veel hout in het veld wordt aangetroffen is het efficiënt om de archeobotanische houtspecialist in het veld te roepen. Deze beschrijft ter plaatse de constructie-elementen en neemt monsters voor determinatie en eventueel daterend onderzoek. Alleen de bijzondere elementen die interessant zijn voor fotografie, tekening of conservering, alsmede dendrochronologisch bruikbare stukken, hoeven in dat geval nog geborgen te worden.

## 4 Onderzoek algemeen

Uit het voorgaande is duidelijk geworden dat het voor het borgen van de kwaliteit en efficiëntie van onderzoek aan plantenresten beter is dat de onderzoeker van die resten ook betrokken is bij het PvE, PvA en het veldwerk. Nadat de verschillende categorieën plantenresten tijdens veldonderzoek zijn verzameld, worden deze in het laboratorium geanalyseerd. Dit houdt in dat uitgaande van de archeologische vragen plantenresten worden gedocumenteerd (beschreven en op naam gebracht) en in relatie tot de archeologische context worden geïnterpreteerd. Om dit alles goed te kunnen doen worden eisen gesteld aan de onderzoeker, de voorzieningen die haar of hem ter beschikking staan en de manier waarop met gegevens wordt omgegaan.



15 Overleg tussen archeoloog, fysisch geograaf en botanici over een geschikte monsterlocatie voor palynologisch onderzoek (© Reinier Ellenkamp).

#### 4.1 Eisen aan onderzoeker

##### *Minimum eisen*

Archeobotanisch onderzoek kent zoals gezegd drie subdisciplines: onderzoek aan archeologisch hout, botanische macroresten en palynologische resten uit natuurlijke en antropogene contexten. Al deze onderzoeken vinden plaats op het snijvlak tussen archeologie en natuurwetenschappen en het is in alle gevallen echt specialistenwerk. Daarom is een belangrijke kwaliteitsbepalende factor of de onderzoeker daadwerkelijk gespecialiseerd is in deze typen onderzoek en kennis heeft van de archeobotanie en de beide vakgebieden (archeologie en natuurwetenschappen) waaruit het is voortgekomen.

In Bijlage 4 'Competentie-eisen aan actoren' van de Ontwerp-Beoordelingsrichtlijn Archeologie (BRL SIKB 4000) staan opleidings-, ervarings- en onderhoudseisen die aan archeobotanisch specialisten gesteld worden. Iemand is niet alleen een goede archeobotanisch onderzoeker omdat hij of zij de juiste vooropleiding heeft gedaan en aantoonbare ervaring op het vakgebied kan overleggen. Met name ervaring krijgt natuurlijk pas echt inhoud als die wordt opgedaan in samenwerking met al meer doorgewinterde onderzoekers. Een goede onderzoeker kent daarenboven de grenzen van haar of zijn kennis en kunde en is in staat het werk aan een ander te laten als de eigen expertise tekort schiet.



16 Twee weten meer dan een; een onbekende plantenrest wordt met behulp van literatuur en vergelijkingscollecties op naam gebracht (© BIAX Consult).

### *De superspecialist*

Soms is het inschakelen van een vakspecialist van een discipline van buiten de archeologie (in vakjargon ook wel een 'superspecialist' genoemd) noodzakelijk, bijvoorbeeld als er aankoeksels zijn op aardewerk, of wanneer er veel etensresten of verkoolde, amorfe resten zijn gevonden en alleen identificatie mogelijk is door toepassing van een combinatie van scanning-electronenmicroscopie en/of chemische technieken. Hetzelfde geldt voor onderzoek aan diatomeeën, fytolieten, zetmeelkorrels, DNA of sporenelementen.

### *Integratie en samenwerking*

Een archeobotanisch specialist is zelden gespecialiseerd in alle drie de subdisciplines, laat staan ook nog in alle hiervoor genoemde zeer gespecialiseerde botanische vakgebieden. Samenwerking en onderlinge afstemming tussen de verschillende archeobotanische specialisten komt de kwaliteit van het archeologisch onderzoek ten goede, omdat informatie over onderwerpen als agrarische bedrijfsvoering, landgebruik of voeding doorgaans uit een combinatie van verschillende subdisciplines gedestilleerd wordt. Het is daarom wenselijk dat in dergelijke gevallen één van de specialisten als coördinator voor het gehele archeobotanisch onderzoek optreedt. Het behoeft geen betoog dat wanneer een specialist in een monster andere resten vindt dan die niet tot de eigen expertise horen, deze resten worden veiliggesteld en overgedragen aan een ter zake kundige specialist.



### Professionalisering

Het is sowieso wenselijk dat de specialist niet in zijn eentje werkt, maar contact heeft met haar of zijn nationale en internationale collega's. Omdat het vakgebied zo breed is en archeobotanici soms weinig directe collega's hebben, hangt een flink stuk van de kwaliteit van het werk af van onderlinge uitwisseling van kennis, ervaring en ideeën. Een archeobotanisch specialist die geïsoleerd werkt komt kortom niet verder dan een pas afgestudeerde. Er zijn gelukkig verschillende – formele of informele – verenigingen van vakgenoten of (digitale) netwerken.

- **IWGP**, International Work Group for Palaeoethnobotany – ([www.palaeoethnobotany.com](http://www.palaeoethnobotany.com)), een werkgroep die tot doel heeft het archeobotanisch onderzoek in de Oude Wereld te stimuleren, door middel van internationale congressen eens in de drie jaar en het tijdschrift 'Vegetation History and Archaeobotany'. De werkgroep is in 1968 in Praag opgericht en de congressen worden bezocht door ca. 300 vakspecialisten uit Europa, Azië en Afrika.
- **AEA**, Association for Environmental Archaeology ([www.envarch.net](http://www.envarch.net)), een oorspronkelijk Engelse vereniging gericht op de studie van de interactie tussen de mens en zijn omgeving. Opgericht in 1979; ca. 400 leden waarvan 30 % van buiten de UK, voornamelijk Europa.
- **Historical Wood Utilization**. Deze werkgroep van Europese houtspecialisten is geïnitieerd door dr. Michael Grabner van de Universität für Bodenkultur (BOKU) in Wenen. De werkgroep komt eens per jaar bijeen en er worden thematisch vragen behandeld die betrekking hebben op historisch en archeologisch houtgebruik.
- **Palynologische Kring** ([www.palynologischekring.nl](http://www.palynologischekring.nl)). Deze vereniging is in 1968 opgericht om de palynologische wetenschap in de meest uitgebreide zin te bevorderen en daarnaast om belangstelling voor het vak te creëren. Het doelgebied is Nederland en België. Tot de activiteiten behoren jaarlijks een aantal lezingenmiddagen waarbij onderwerpen uit verschillende toepassingsgebieden aan bod komen. Daarnaast organiseren leden van de Palynologische Kring een tweedaagse themabijeenkomst met een lezingenmiddag en avondprogramma, gevolgd door een excursiedag.
- **BAP**, Biologisch-Archeologisch Platform ([www.bioarch.nl](http://www.bioarch.nl)). Het platform is in 2012 als vereniging opgericht. De doelstellingen zijn het bevorderen van de integratie van het bio-archeologisch onderzoek in de archeologie en het stimuleren van de ontwikkeling van het vakgebied. Om invulling aan deze doelstellingen te geven richt het BAP zich op het optimaliseren van onderzoek, onderwijs en communicatie. De leden onderschrijven de doelstellingen van de vereniging en zijn professioneel werkzaam in de bio-archeologie of de archeologie. In het laatste geval hebben zij aantoonbare affiniteit met het biologische-archeologisch vakgebied.
- **Archaeobotany mailing list** ([archaeobotany@jiscmail.ac.uk](mailto:archaeobotany@jiscmail.ac.uk)). Via het mailadres kunnen ideeën, ervaringen en informatie tussen archeobotanische vakgenoten uitgewisseld worden.

De archeobotanicus werkt natuurlijk in de eerste plaats met archeologische vragen die hij of zij door bestudering van plantaardig materiaal wil beantwoorden. Het is dan ook van belang dat niet alleen aan specialistische netwerken wordt deelgenomen maar ook aan de meer algemeen archeologische netwerken.



17 Voorjaarsymposium 2015 van het Biologisch-Archeologisch Platform (© Franka Kerklaan).

## 4.2 Voorzieningen

### *Vergelijkingscollectie*

In Nederlandse opgravingen kunnen plantenresten voorkomen van ca. 150 soorten gebruiksgewassen en ruim 1500 soorten wilde planten. Van deze planten worden niet alleen zaden, vruchten, stuifmeel of sporen gevonden, maar ook bladeren, stengels, vezels en wortels. Van houtige gewassen is er daarenboven hout, bast en schors van stammen, takken, wortels en knoesten.

De vormenrijkdom in het plantenrijk is zo groot dat het noodzakelijk is dat een archeobotanicus behalve over specialistische determinatieliteratuur (o.a. Beug 2004; Cappers *et al.* 2006; 2009; Moore *et al.* 1991; Punt *et al.* 1976-2009; Schweingruber 1982, 1990) ook beschikt over goede vergelijkingscollecties, die hem in staat stellen subfossiel botanisch materiaal te kunnen determineren. Goede referentiecollecties betekenen uitgebreide collecties. Daarachter gaan grote investeringen in geld, menskracht en tijd schuil.

Van belang is dat onderzoekers toegang hebben tot collecties van de botanische materiaalgroepen waarin ze gespecialiseerd zijn. Daarom is het zinvol dat bezitters van uitgebreide collecties, zoals universiteiten, de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en BIAAX *Consult*, de aard en omvang van hun collectie beschrijven en hun collecties op de één of andere manier openstellen voor gebruik door derden.

Het zou goed zijn als bij publicatie van resultaten wordt aangegeven welke collecties bij determinatie gebruikt zijn, zodat een indruk wordt gegeven van de kwaliteit van het uitgevoerde onderzoek.



18 Macroresten-collectie (© BIAX Consult).

### Microscopen

Plantenresten kunnen alleen afdoende gedetermineerd worden met behulp van microscopen. Voor elke botanische materiaalgroep is een eigen set aan microscopen nodig. Hieronder zijn de microscopen opgesomd die gebruikt worden bij het gangbare archeobotanische onderzoek.

- Hout: een doorvallend-lichtmicroscop met polarisatiefilter en vergrotingen tot 400x. Het polarisatiefilter wordt gebruikt om de vorm van kristallen in bast of tropisch hout (soms aanwezig vanaf de Middeleeuwen in bijvoorbeeld beerputten) te herkennen.
- Houtskool: een opvallend-lichtmicroscop met donkerveldverlichting en vergrotingen tot 400x.
- Botanische macroresten: een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 40x (ook wel binoculair genoemd). De lichtbron bij deze microscop dient zogenoemd koud licht uit te stralen. Dat wil zeggen dat de botanische objecten niet door de lichtbundel verwarmd worden. Verkoelde resten kunnen namelijk daardoor kapot gaan en onverkoelde resten die in een bakje met water liggen, verplaatsen zich als gevolg van temperatuurverschillen in het water. Het verdient daarnaast de voorkeur om te werken met flexibele lichtpunten om een botanisch object zo te kunnen belichten dat alle determinatiekenmerken goed kunnen worden waargenomen.

Kleine, onverkoelde macroresten, zoals zaden van de russen- en grassenfamilie, worden op naam gebracht met behulp van een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 250x.



19 Opvallend-lichtmicroscop met vergroting tot 50x, een lichtbron met koud licht en flexibele lichtpunten, voor analyse van botanische macroresten (© BIA X Consult).

Voor het determineren van verkoolde resten is het soms zinvol gebruik te maken van een opvallend-lichtmicroscop met donkerveldverlichting en vergrotingen tot 400x. Dit geldt bijvoorbeeld bij het determineren van graankorrels aan de hand van de celstructuur op het oppervlak.

- Palynologische resten: een doorvallend-lichtmicroscop met fase-contrast en vergrotingen van 400 tot 1000x.

### *Meet- en weegapparatuur*

In alle archeobotanische onderzoeken worden metingen verricht, doorgaans met een geïjkt meetoculair van de microscoop. Van houten objecten worden maten genomen om inzicht in houtgebruik en houttechnische aspecten te krijgen. Dit meetwerk gebeurt met de geëigende meetapparatuur zoals liniaal of duimstok, met maatverdelingen tot in millimeters. Bij verfijnde objecten als kommen en bakken kan het zinvol zijn om maten met een schuifmaat te nemen. In tegenstelling tot veel andere archeologische materiaalcategorieën worden botanische materialen meestal niet gewogen, met uitzondering van houtskool. Bij het determineren van houtskool is een weegschaal met precisie van 1 milligram nodig om te achterhalen of de ene houtsoort sterker gefragmenteerd is dan de andere. Ook monsters die voor  $^{14}\text{C}$ -onderzoek met behulp van de AMS-methode worden geprepareerd worden met een dergelijke weegschaal gewogen.

### *Specialistische literatuur*

De archeobotanicus moet naast kennis hebben van de archeologische literatuur goed op de hoogte zijn en blijven van wat op archeobotanisch gebied verschijnt. Het gaat dan zowel om de

KNA-standaardrapporten als om biologische onderwerpen, theorievorming, methoden en technieken, interpretatiemodellen, overzichten, en dergelijke.

- **Algemeen** Door de internationale oriëntatie van de archeobotanie verschijnt verreweg de meeste relevante literatuur over algemene onderwerpen als theorievorming en methoden en technieken in buitenlandse tijdschriften en boeken; tegenwoordig steeds meer ook digitaal. Een goede handbibliotheek en toegang tot een goed voorziene internationaal georiënteerde bibliotheek is een noodzaak, bijvoorbeeld de bibliotheek van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed ([www.bibliotheek.cultureelerfgoed.nl](http://www.bibliotheek.cultureelerfgoed.nl)).
- **KNA-standaardrapporten** Om resultaten te kunnen vergelijken met die uit het verleden zijn de onderzoeken op het gebied van botanische macroresten via de nationale archeobotanische database RADAR te raadplegen. Het beheer van deze database berust bij Otto Brinkkemper ([O.Brinkkemper@cultureelerfgoed.nl](mailto:O.Brinkkemper@cultureelerfgoed.nl)) van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed. Een ieder die gegevens aanlevert, krijgt toegang tot de database. Een overzicht van KNA-standaardrapporten met gegevens over palynologisch onderzoek en dat aan hout is er (nog) niet. Wel zijn de sinds 1994 door BIAX *Consult* uitgebrachte rapporten van de website [www.biax.nl](http://www.biax.nl) te downloaden.
- **Archaeobotany mailing list** ([archaeobotany@jiscmail.ac.uk](mailto:archaeobotany@jiscmail.ac.uk)). De eerder genoemde Archaeobotany mailing list fungeert tevens als een continue stroom van informatie over specialistische literatuur.
- [www.academia.edu](http://www.academia.edu) en [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net) zijn websites waarop onderzoekers wereldwijd hun publicaties plaatsen.

## 5 Richtlijnen voor uitwerking en opslag

Het zou handig zijn als alle archeobotanici hun informatie op dezelfde manier zouden vastleggen en op dezelfde manier zouden bewerken. Van tijd tot tijd klinkt dan ook de roep om standaardisering en uniformering. Maar – terecht – is steeds het antwoord dat dit de dood in de pot is voor de ontwikkeling van het vakgebied, want ontwikkeling komt immers voort uit diversiteit. Wel is van belang dat altijd nauwkeurig wordt aangegeven welke methoden van onderzoek zijn gebruikt en hoe de plantenresten per monster zijn onderzocht om een betrouwbare indruk van de aanwezige samenstelling aan plantenresten te verkrijgen. Hieronder volgt een korte beschrijving van verschillende soorten informatie die wordt vastgelegd om in de toekomst onderzoeksresultaten te kunnen vergelijken.

Na uitwerking volgt opslag van databases en plantenresten die als bewijsmateriaal en voor nader onderzoek dienen.



## 5.1 Uitwerking

### *Houtskool: aantallen stukjes per monster*

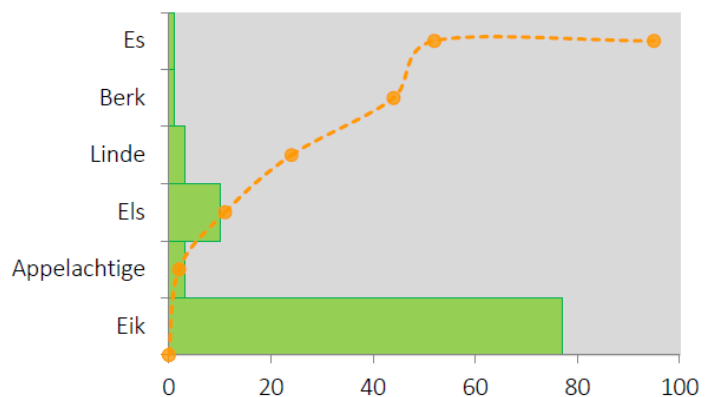
In veel gevallen komen veel meer stukjes houtskool in een monster voor dan nodig is om te analyseren. Daarom wordt doorgaans slechts een deel van de houtskool gedetermineerd. Uitgangspunt voor het aantal te determineren stukjes is dat er een betrouwbaar beeld ontstaat van de in het monster aanwezige samenstelling aan houtige gewassen. Om daarachter te komen kan tijdens het determineren worden bijgehouden na hoeveel determinaties een nieuwe houtsoort wordt aangetroffen. Het aantal houtsoorten tegen het aantal determinaties uitgezet, levert vervolgens een verzadigingscurve op. Wordt het verzadigingspunt bereikt dan kan gestopt worden met determineren. De ervaring heeft geleerd dat voor Nederlandse vindplaatsen determinatie van 100 stukjes houtskool per monster in de meeste gevallen voldoende betrouwbaar is. De aantallen te determineren stukjes zijn echter afhankelijk van vraagstelling, context en periode.

Bij de analyse van houtskoolmonsters wordt niet alleen de soort (taxon), maar ook het boomonderdeel (stam, tak, twijg, knoest, wortel) vastgesteld. Per monster wordt het voorkomen van een houtsoort plus boomonderdeel geteld. Omdat de fragmentatiegraad per houtsoort kan verschillen worden de aantallen stukjes per houtsoort plus boomonderdeel ook gewogen. Naast deze 'harde' gegevens wordt gezocht naar informatie over de staat van het hout voordat het verkoolde omdat daaruit kan worden afgeleid waarom het hout verkoold is geraakt, bijvoorbeeld omdat het als brandstof is gebruikt of als gevolg van een niet geplande brand.

### *Botanische macroresten in de inventarisatiefase: representativiteit*

De inventarisatiefase in het botanische macrorestenonderzoek dient twee doelen. Het eerste doel geldt vrijwel altijd en dat is het selecteren van de beste monsters voor analyse.<sup>7</sup> Daarnaast

20 Weergave van de analyseresultaten van een houtskoolmonster uit een steentijdkuil. De staven geven de aantallen determinaties per houtsoort weer. De punten geven aan na hoeveel determinaties de betreffende houtsoort voor het eerst is aangetroffen. De stippellijn door de punten is een hulpmiddel om visueel te maken dat van dit monster voldoende stukjes houtskool zijn gedetermineerd (© BIAAX Consult).



<sup>7</sup> In zeldzame gevallen worden alle monsters van een vindplaats uitgebreid geanalyseerd. Een inventarisatiefase is in dat geval niet nodig.

kan de inventarisatiefase ingezet worden bij vlakdekkend op te graven vindplaatsen om activiteitencentra voor bijvoorbeeld oogstverwerking, nijverheid, opslag en voedselbereiding te achterhalen.

Om een goede indruk van een monster te verkrijgen, is het wenselijk om in de inventarisatiefase uit te gaan van de minimaal gewenste vijf liter grond per monster (zie 'Veldhandleiding Archeologie' hoofdstuk 2). Soms zijn de contexten zo klein dat het gewenste monstervolume niet kan worden gehaald en ook bij (waarderende) booronderzoeken is het volume kleiner. Beerputten zijn doorgaans zo groot dat het gewenste monstervolume geen probleem is. Om de kwaliteit van beerputmonsters en monsters uit andere waterverzadigde contexten te achterhalen, kan in de inventarisatiefase met kleinere volumina gewerkt worden. Mocht een beerput-monster voor analyse in aanmerking komen, dan zal van het betreffende monster extra grond gezeefd moeten worden om tot het in de 'Veldhandleiding Archeologie' vereiste volume van vijf liter te komen.

Bij het inventariseren worden de fracties groter dan 0,5 mm met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 40 maal op plantenresten doorgekeken. De volgende informatie wordt per monster vastgelegd:

- rijkdom aan verkoolde en onverkoolde plantenresten,
- variatie aan soorten (taxa) in verkoolde en onverkoolde vorm,
- het voorkomen van cultuurgewassen, gebruiksplanten, oogst-/dorsresten en wilde planten in verkoolde en onverkoolde vorm,
- conservering (determineerbaarheid) van verkoolde en onverkoolde plantenresten en
- aanwezigheid en geschatte aantal stukjes te determineren houtskool.

Daarnaast kan op verzoek van het projectteam informatie worden vastgelegd over het voorkomen van zoölogische resten en archeologische artefacten (aardewerk, smeeddruppels, en dergelijke).

De inventarisatiefase wordt minimaal afgesloten met een databestand met daarin de bovengenoemde informatie per monster, een legenda waarin staat hoe de parameters 'rijkdom', 'variatie', 'voorkomen van groepen planten' en 'conservering' zijn vastgesteld en een gemotiveerd selectievoorstel voor analyse. In de motivering is opgenomen de mate waarin de vragen uit het PvE beantwoord kunnen worden.

#### *Botanische macroresten in de analysefase: tellen of schatten*

Van monsters die geanalyseerd worden, dient per monster het volume en de maaswijdten die bij het zeven zijn gebruikt, bekend te zijn. Een monster is pas goed geanalyseerd, wanneer een betrouwbaar beeld is verkregen van de aanwezige taxa en de verhoudingen tussen de taxa. De resultaten moeten per monster representatief zijn voor zowel de verkoolde als onverkoolde plantenresten. Tijdens de analyse worden van elke determineerbare plantenrest de volgende zaken opgeschreven (zie referentielijsten in RADAR):

- soort (taxon),

- onderdeel van de plant,
- zekerheid van determinatie,
- staat (verkoold, onverkoold, gemineraliseerd, recent) en
- aantal of geschatte aantal.

Er zijn bijvoorbeeld 15 verkoelde graankorrels van tarwe (*Triticum*), maar er zijn niet 15 tarwes (*Triticum*) gevonden. In het laatste geval weet men immers niet wat er van de tarweplant is gevonden (wortel, stengel, blad, aarsteel, kafje, kafnaald of de graankorrel zelf), nog afgezien in welke conserveringstoestand de tarwe zich bevond.

Het tellen is noodzakelijk indien het plantaardige materiaal afkomstig is uit primaire contexten (bijvoorbeeld afgebrande opslagplaatsen, dorsvloeren). Uit de verhouding tussen de verschillende soorten plantenresten kan informatie gewonnen worden over de wijze van opslag en handelingen die met het verwerken van een oogst te maken hebben. Wanneer het gaat om plantenresten uit afvalkuilen, waterputten en beerputten, kan met het schatten van aantallen plantenresten per monster worden volstaan. In deze contexten is immers vaak gedurende een langere periode materiaal terechtgekomen dat afkomstig is van meerdere menselijke activiteiten. Toch wordt meestal voor het tellen van plantenresten gekozen, mede om vergelijkbare resultaten te hebben die bruikbaar zijn voor toekomstig onderzoek.



21 Verkoelde eikels uit een ijzertijdkuil (© BIAX Consult).

Om de resultaten ook voor toekomstig onderzoek te kunnen gebruiken, komt in het analyserapport een tabel met resultaten, waarin de volgende gegevens per monster staan:

- volume,
- aantal getelde/geschatte plantenresten per soort/taxon, onderdeel van de plant, zekerheid van de determinatie en staat,
- legenda met verklaring van type-aanduidingen van taxa.

In grondmonsters komen vaak organische resten voor die niet tot de plantaardige materialen behoren, zoals eieren van watervlooien of kokers van kokerjufferlarven. Dergelijke gegevens kunnen waardevol zijn en moeten derhalve deel uitmaken van de determinatietabellen van het botanisch macrorestenonderzoek.

Als bewijslast worden de residuen van de onderzochte monsters bewaard en worden de bijzondere plantenresten uit de residuen geïsoleerd en apart opgeslagen. Zie in dit verband ook Subspecificatie Monsters (OS11 van het SIKB protocol '4004 Opgraven'). Voor bijzondere onverkoolde botanische macroresten geldt dat deze opgeslagen worden in goed afsluitbare buisjes met een niet verdampende conserverende vloeistof, bijvoorbeeld GAF (een mengsel van glycerine, alcohol en formaldehyde) of Nipatine. Bijzondere vondsten dienen te worden afgebeeld.

#### *Palynologisch materiaal: monsterbereiding*

Het pollen en de andere microfossielen worden op de daartoe geëigende manier uit het sediment geïsoleerd (Erdtman 1960; Fægri *et al.* 1989). In verband met het kwantificeren van de resultaten in de analysefase en het omrekenen naar de pollendichtheid in het sediment is het nodig dat het monstervolume bekend is en dat aan elk monster in de preparatiefase een bekende hoeveelheid van een niet in Nederland voorkomende microfossiel wordt toegevoegd. Om de bewijslast voor de toekomst te bewaren dienen er vaste preparaten van pollenmonsters gemaakt te worden en de residuen van de monsters te worden opgeslagen.

Het prepareren van deze microresten gaat gepaard met gebruik van giftige stoffen die niet in het riool terecht mogen komen en waarvan de dampen niet mogen worden ingeademd. Het is daarom raadzaam dit werk door een erkend daartoe gespecialiseerd laboratorium te laten uitvoeren.

#### *Palynologisch materiaal in de inventarisatiefase: representativiteit*

Net als in de inventarisatiefase van botanische macroresten is het doel het vaststellen van de geschiktheid van een pollenmonster voor analyse. De volgende parameters spelen in de inventarisatiefase een rol:

- rijkdom aan pollen en sporen in algemene zin,
- rijkdom in variatie aan soorten en taxa,
- conservering (determineerbaarheid),
- aanwezigheid van antropogene indicatoren en

- aanwezigheid van verspoelingsindicatoren.

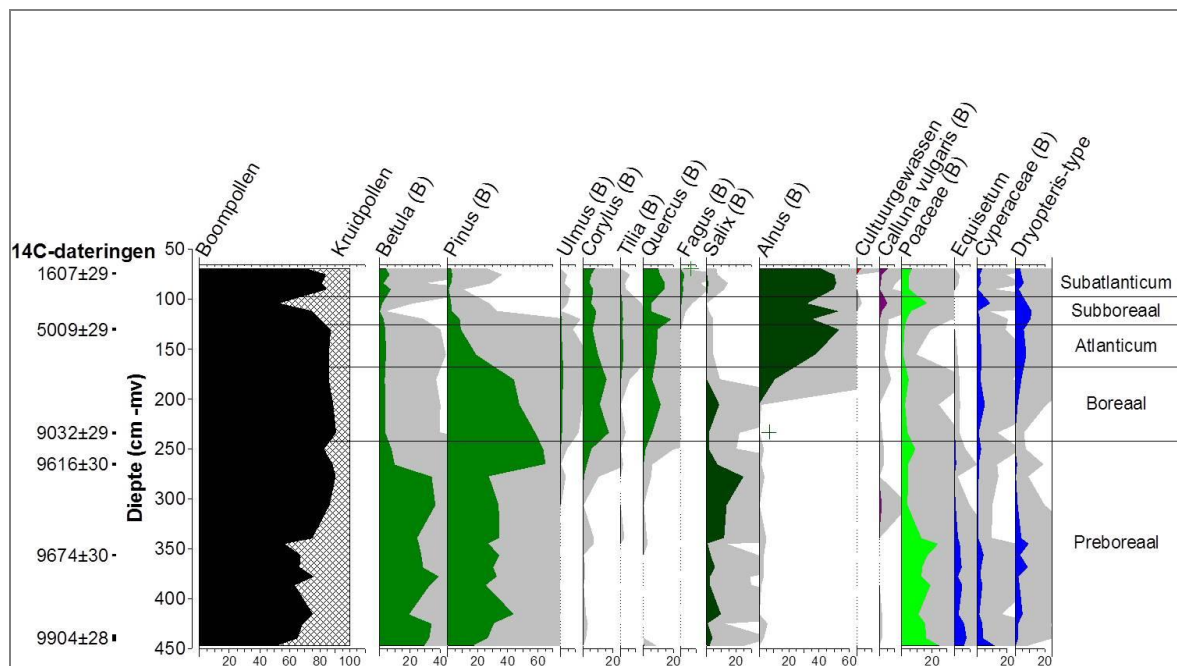
De inventarisatiefase wordt minimaal afgesloten met een databestand met daarin de bovengenoemde informatie per monster, een legenda waarin staat hoe de parameters 'rijkdom', 'variatie', 'conservering', 'antropogene indicatoren' en 'verspoelingsindicatoren' zijn vastgesteld en een gemotiveerd selectievoorstel voor analyse. In de motivering is opgenomen de mate waarin de vragen uit het PvE beantwoord kunnen worden.

#### *Palynologisch materiaal in de analysefase: tellen en pollensommen*

Een monster is pas goed geanalyseerd, wanneer een betrouwbaar beeld is verkregen van de aanwezige taxa en de verhoudingen tussen de taxa. Om dat te verkrijgen wordt:

- van te voren vastgesteld welke pollen- en sporentaxa (soorten) tot de pollensom worden gerekend,
- wordt een van te voren vastgestelde hoeveelheid pollen (en sporen) per monster geteld (de pollensom) en
- wordt het hele of tenminste een representatief deel van het preparaat na het bereiken van de pollensom gescand op zeldzame soorten.

De te onderzoeken sedimenten, de aard van het landschap en de vraagstellingen in het PvE bepalen de keuze voor een pollensom en de aantallen te tellen pollen en sporen. Non-pollen



22 Vegetatiegeschiedenis van een afgesneden arm van het Dommeldal weergegeven met een pollendiagram met een selectie van de aangetroffen pollentypen (© BIAAX Consult).



palynomorfen, dat zijn bijvoorbeeld (mest)schimmels, groenwieren of andere microscopisch kleine resten die lokaal op de monsterlocatie voorkwamen, behoren niet tot een pollensom, maar worden wel geteld. De informatie hieruit leidt tot een beter begrip van de omstandigheden waaronder sedimenten zijn geaccumuleerd, dan wel waaraan ze later hebben blootgestaan. In enkele gevallen kan het zinvol zijn om de in preparaten aanwezige houtskoolresten te tellen. Deze kunnen een indicator zijn voor de aanwezigheid van mensen in het landschap en het gebruik van het landschap voor jacht of veeteelt. Om de palynologische resultaten ook voor toekomstig onderzoek te kunnen gebruiken wordt in het analyserapport een tabel opgenomen met de volgende gegevens per monster:

- volume,
- aantal getelde pollen (en sporen) in de pollensom,
- lijst met gedetermineerde taxa (inclusief de non-pollen palynomorfen),
- legenda met verklaring van type-aanduidingen van taxa,
- per taxon het aantal (of percentage),
- het aantal getelde toegevoegde exotische sporen (of pollen), om de pollendichtheid te berekenen.

Daarnaast kan het erg nuttig zijn om de veranderingen in vegetatie te visualiseren in een zogenoemd pollendiagram. In de methodologische verantwoording wordt aangegeven wat de omvang en de samenstelling van de pollensom is.

## 5.2 Publicatie en opslag van onderzoeksmateriaal

Het is goed wetenschappelijk gebruik dat ieder die een rapport of artikel leest zich vanuit de gegevens zelf een oordeel kan vormen over de interpretatie van deze gegevens en de conclusies die daaruit getrokken worden. Daarbij komt dat archeobotanie grotendeels ook een vergelijkende wetenschap is. Gegevens van ‘oud’ onderzoek worden herhaaldelijk opnieuw gebruikt en gecombineerd met gegevens uit nieuw onderzoek. Om dit mogelijk te maken moeten deze gegevens gepubliceerd worden en moeten de databestanden en het onderzochte materiaal voor de toekomst worden veiliggesteld.

### *Publicatie*

Sinds het begin van de commerciële archeologie worden de archeobotanische resultaten vastgelegd in KNA-standaardrapporten. Onderdeel van deze standaardrapporten is het hoofdstuk materiaal en methoden. Omdat archeobotanie in al zijn geledingen een vergelijkende wetenschap is, moeten de volgende zaken voor de lezer glashelder zijn:

- contextgegevens. Daaronder wordt verstaan een monster-/vondstlijst met put, spoor, spooromschrijving en datering.
- monstergegevens. Daaronder vallen de monstervolumina. Bij botanische macroresten en houtskool worden de maaswijdten van de gebruikte zeven vermeld evenals de herkomst van

het water waarmee gezeefd is. Bij palynologisch onderzoek en de superspecialistische materialen, zoals diatomeeën, scanning-electronenmicroscopie, chemische onderzoeken, en dergelijke, worden de toegepaste bereidingsmethoden gegeven.

- onderzoeksmethoden bij inventarisatie en analyse.
- de uitvoerders van de inventarisaties en analyses. De schrijver van het archeobotanisch rapport is lang niet altijd degene die de inventarisaties en de analyses heeft uitgevoerd. Daarom is het een goede regel om te vermelden wie de inventarisaties en analyses heeft uitgevoerd. Ere wie ere toekomt!

In een standaardrapport staan de basisgegevens van archeobotanisch onderzoek. Deze kunnen eenvoudig in tabelvorm als bijlagen worden toegevoegd. Voor palynologische gegevens betekent dit dat niet alleen pollendiagrammen maar ook de telgegevens in tabelvorm worden gepubliceerd.

Naast publicaties in KNA-standaardrapporten in het kader van Malta-archeologie, kunnen archeobotanische gegevens in wetenschappelijke tijdschriften worden gepubliceerd. Een standaardrapport is doorgaans een beschrijvend document, waarbij wordt ingegaan op de in een vindplaats aangetroffen plantenresten. In een artikel gaat het meer om het voor het voetlicht brengen van een probleemstelling of vraag die doorgaans vindplaats overstijgend is en waarop de schrijver met behulp van archeobotanisch onderzoek een antwoord denkt te vinden. Deze fundamenteel andere insteek heeft consequenties voor de structuur van een artikel en de presentatie van de archeobotanische gegevens. De basisregel blijft echter dat de lezer zelf met behulp van de gepresenteerde botanische gegevens (dat kan ook in de vorm van verwijzing naar publicaties) de interpretaties en conclusies van de schrijver kan beoordelen.

#### *Registratie van bijzondere vondsten*

Een van de doelstellingen die de oprichters van de Internationale Work Group for Palaeoethnobotany (IWGP) zich in 1968 stelden, was het elkaar informeren over determinatiekenmerken van bijzondere botanische macroresten. Daarbij is afgesproken dat dergelijke vondsten in publicaties worden afgebeeld en beschreven. Dit goede gebruik is nog steeds de mores in de internationale archeobotanie en geldt daarmee ook voor de Nederlandse.

#### *Databestanden*

Het eigendom van primaire gegevens berust bij de depots. Na overleg met het betreffende depot kunnen de primaire gegevens, in de vorm van de oorspronkelijke, onbewerkte datasets, worden gedeponereerd in een goed toegankelijk digitaal depot. Het e-depot van de Nederlandse Archeologie (EDNA) is ondergebracht bij DANS (Data Archiving and Network Services) en maakt gebruik van het Electronic Archiving System (EASY) ([easy.dans.knaw.nl](http://easy.dans.knaw.nl)).

De databestanden met botanische macroresten kunnen in aanvulling daarop worden aangeleverd bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed ([o.brinkkemper@cultureelerfgoed.nl](mailto:o.brinkkemper@cultureelerfgoed.nl)), waarna ze aan het nationale archeobotanische databestand RADAR worden toegevoegd. In de (nabije) toekomst zal hiervoor ontsluiting via internet en decentrale invoer door de betreffende onderzoeker gerealiseerd worden.

### *Opslag van botanische resten*

Het eigendom van de vondsten en dus ook van het botanisch materiaal s.l. berust bij de depots. Verkoolde plantenresten, zoals houtskool en verkoolde macroresten, kunnen zonder aanvullende eisen worden opgeslagen. Dat geldt ook voor monsterresiduen met uitsluitend verkoolde plantenresten. Voor onverkoolde plantenresten en hout liggen de zaken anders. Hout kan alleen worden opgeslagen als het is geconserveerd. Voor residuen met onverkoolde plantenresten is er op dit moment geen geteste methode voor het conserveren van grondmonsters en residuen met onverkoolde macroresten. Wel is het sinds enkele jaren in een aantal depots mogelijk om goed verpakte, niet geconserveerde monsters en residuen tijdelijk op te slaan onder geconditioneerde omstandigheden (lage temperatuur, donker en de juiste luchtvochtigheid). Zolang er geen duurzame opslag mogelijk is geldt de opslag van residuen met onverkoolde plantenresten alleen voor uitzonderingsgevallen, na overleg tussen depotbeheerder en specialist en voor een bepaalde, van te voren door beide partijen afgesproken termijn. Daarmee is dit probleem nog niet op een bevredigende wijze opgelost, want het zou immers zo moeten zijn dat alle residuen met waardevolle botanische macroresten zouden moeten kunnen worden opgeslagen. Daarom wordt een klemmend beroep gedaan op de archeobotanische onderzoekers om voorlopig waardevolle monsterresiduen binnen de eigen organisatie op te slaan, maar niet zonder dat er met het desbetreffende depot een bruikleenovereenkomst is opgesteld. Het depot is immers eigenaar. Voor zowel opslag van hout- en palynologische preparaten als voor macroresten die uit monsterresiduen zijn geïsoleerd geldt: ze zijn eigendom van het betreffende depot, maar kunnen – na het opstellen van een bruikleen overeenkomst – opgeslagen worden bij de organisatie van de archeobotanicus (Huisman & Kooistra 2016).

Ten aanzien van ongebruikte (delen van) algemene biologische monsters (ABM) wordt verwezen naar de Subspecificatie Monsters (OS11 van het SIKB protocol '4004 Opgraven'). Hierin staat dat onder voorwaarden beperkte opslag in depots mogelijk is.

## 6 Archeobotanie en het programma van eisen (PvE)

Omdat bij veel opgravingen goed archeobotanisch onderzoek een belangrijke bijdrage kan leveren aan de kennis over het verleden, moet dat onderzoek ook goed geregeld zijn. In de praktijk betekent dit dat de opdrachtgever er voor moet zorgen dat het onderzoek op zijn minst voldoet aan de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie. Natuurlijk gaat het bij goed onderzoek veel meer om kennis, kunde, creativiteit en enthousiasme van de onderzoekers dan om regels. Maar de Kwaliteitsnorm borgt in ieder geval de standaardkwaliteit door de minimumeisen te geven van onderzoek. Dit zorgen voor kwaliteit houdt in dat in het programma van eisen voor het archeologisch onderzoek dat de bevoegde overheid laat opstellen allerlei zaken goed zijn vastgelegd. De Erfgoedbalans 2009 toont met harde cijfers aan dat archeobotanisch en archeozoologisch onderzoek fors achterblijft bij andere vormen van archeologisch onderzoek (De Boer *et al.* 2009: 107-108; Brinkkemper & Lauwerier 2013). En ook het onderzoek naar de kwaliteit van programma's van eisen, veldwerk en rapportages laat zien dat er nog veel schort aan de wijze waarin specialistisch onderzoek wordt ingebed in het archeologisch onderzoek (Lauwerier *et al.* 2006; Van den Dries & Zoetbrood 2007, 2008). Dat vergt dus extra aandacht. De brochure 'Archeologie en resten van planten' (Kooistra & Brinkkemper in prep.) geeft aan wat in een programma van eisen geregeld moet worden. Hieronder wordt dit specifiek gemaakt door de relatie te leggen tussen de onderdelen van een programma van eisen en onderdelen van de voorliggende leidraad.

### *Resultaten van vorig onderzoek*

Een programma van eisen begint met terug te kijken naar voorgaand onderzoek om daarmee een verwachting te kunnen formuleren voor het huidige. Aangezien archeobotanisch onderzoek veelal in drie subdisciplines uiteenvalt en er geen centraal attenderend systeem is waarin alle Nederlandse archeobotanische onderzoeken zijn opgenomen, is niet snel een overzicht te verkrijgen van voorgaand onderzoek. Kennis hierover is evenwel aanwezig bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed ([o.brinkkemper@cultureelerfgoed.nl](mailto:o.brinkkemper@cultureelerfgoed.nl)) en bij BIAX Consult ([info@biax.nl](mailto:info@biax.nl)). Veel palynologische data zijn bij NITG/TNO te vinden onder [www.dinoloket.nl](http://www.dinoloket.nl). Een nationale pollendatabase is in ontwikkeling, evenals een houtdatabase (aansluitend op [www.wodan.ie](http://www.wodan.ie)).

### *Vraagstelling*

Voor onderzoeksvragen wordt verwezen naar nationale, provinciale, regionale en gemeentelijke onderzoeksagenda's. Hoofdstuk 9, *Archeobotanie*, van de nationale onderzoeksagenda Archeologie (NOaA) versie 1.0 (Brinkkemper *et al.* 2005) geeft een overzicht van de toenmalige stand van het archeobotanisch onderzoek. Hierin zijn onderzoeksvragen geformuleerd waarvoor de beantwoording botanisch materiaal ingezet kan worden. Hoewel de publicatie al tien



23 Kaart van Gouda met de ligging van moestuinen rondom de stad (Johannes Blaeu 1649, Wikimedia Commons).

jaar geleden (anno 2015) is verschenen zijn veel van de vragen met betrekking tot archeobotanisch onderzoek nog steeds actueel.

voor de beantwoording botanisch materiaal ingezet kan worden. Hoewel de publicatie al tien jaar geleden (anno 2015) is verschenen zijn veel van de vragen met betrekking tot archeobotanisch onderzoek nog steeds actueel.

Inmiddels is versie 2.0 van de NOaA in de maak (Groenewoudt *et al.* 2014). De nieuwe NOaA zal eind 2015 operationeel zijn. Het zal een flexibel web-based informatiesysteem zijn, dat veel beknopter is dan de eerste versie. Er zullen twintig onderzoeksthema's worden geformuleerd. Dit zijn modules. Daaraan hangen in totaal ruim honderd onderzoeksvragen met de daaraan gekoppelde handvatten voor operationalisering. De nieuwe NOaA zal te vinden zijn op [www.noaa.nl](http://www.noaa.nl). Versie 1.0 blijft raadpleegbaar op [www.archeologieinederland.nl](http://www.archeologieinederland.nl).

### Veldwerk

Voorafgaande aan het veldwerk wordt door de archeobotanisch specialist een plan van aanpak gemaakt voor het beantwoorden van archeologische vragen met behulp van het archeobotanisch materiaal (zie deelproces 1 van SIKB protocol '4004 Opgraven' en specificatie SP01 van het SIKB protocol '4006 Specialistisch onderzoek'). Dit plan van aanpak moet afdoende



zijn voor zowel hout, botanische macroresten en/of palynologische resten, als ook voor eventuele van toepassing zijnde superspecialismen. Daarin wordt aangegeven of en wanneer een specialist in het veld aanwezig moet zijn, bijvoorbeeld bij afgebrande structuren, het vrijleggen en ter plaatse interpreteren van houten constructies of bij het bemonsteren voor palynologisch onderzoek.

Hoofdstuk 3 van deze leidraad geeft inzicht in de mogelijkheden en aanwijzingen om bij het veldwerk optimaal rekening te houden met de potentie die plantaardig materiaal heeft om de archeologische vragen mede te beantwoorden.

#### *Uitwerking*

In dit deel van het programma van eisen wordt aangegeven hoe, in onderling overleg tussen opgraver en archeobotanisch specialist, eventuele keuzes gemaakt gaan worden om het nader te onderzoeken materiaal te selecteren. Overigens stelt de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie ook aan de uitvoering van het specialistische onderzoek eisen. Deze zijn onder andere in 'SIKB Protocol '4006 Specialistisch onderzoek' opgenomen.

Door te verwijzen naar deze leidraad, en in het bijzonder naar de hoofdstukken 4 en 5, wordt aangegeven dat men het archeobotanisch onderzoek op een kwalitatief goede manier wil laten uitvoeren.

#### *Rapportage*

In de nieuwe versie van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA versie 4.0) is vereist dat de specialistische deelrapporten integraal onderdeel uitmaken van het archeologisch standaardrapport. De resultaten en conclusies uit het archeobotanisch onderzoek worden vervolgens door de archeologische projectleider van het onderzoek in een synthese verwerkt. Het verdient echter aanbeveling om de synthese door opgravers en specialisten gezamenlijk te laten schrijven onder leiding van de archeologische projectleider. Een dergelijk co-auteurschap betekent namelijk meer onderlinge discussie en dus een wetenschappelijk beter resultaat. Een dergelijke stimulans tot kwaliteit kan in het programma van eisen worden vastgelegd.

#### *Randvoorwaarden*

Ook aan opleiding, ervaring en het onderhouden van die ervaring van de specialist stelt de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie minimumeisen, te vinden in Bijlage 4 'Competentie-eisen aan actoren' van de Ontwerp-Beoordelingsrichtlijn Archeologie (BRL SIKB 4000). Wat niet in de Kwaliteitsnorm staat, maar wat de basis is voor goed archeobotanisch onderzoek, is:

- het gebruik van de juiste microscopen per botanische materiaalgroep,
- het hebben van / het toegang hebben tot goede vergelijkingscollecties van recente plantenresten en
- het hebben van / het toegang hebben tot vakliteratuur.

Onder de kop *Randvoorwaarden* in het PVE mogen deze eisen zeker niet ontbreken.

## Informatie over de auteurs

Laura Kooistra werkt als Senior KNA Specialist Archeobotanie bij *BIAX Consult* en participeert in die hoedanigheid in zowel commerciële projecten als wetenschappelijke onderzoeken.

Otto Brinkkemper is senior onderzoeker paleo-ecologie bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en van daaruit betrokken bij de uitvoering van archeobotanisch onderzoek en de beleidsvorming daarover.

Een deel van de tekst in deze uitgave komt overeen met de op het schrijven van programma's van eisen gerichte brochure 'Archeologie en resten van planten' (Kooistra & Brinkkemper in prep.).

## Dankwoord

Liesbeth van Beurden, Silke Lange, Marjolein van der Linden en Henk van Haaster (*BIAX Consult*), de collega's van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, zijnde Roel Lauwerier, Gerda de Bruijn, Jos Deebe en Iepie Roorda, en Jos de Moor (*EARTH Integrated Archaeology*) hebben eerdere versies van deze leidraad van opmerkingen en commentaar voorzien. Daarvoor onze welgemeende dank.

## Adressen

Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed  
Smallepad 5, 3811 MG Amersfoort  
Postbus 1600, 3800 BP Amersfoort  
([www.cultureelerfgoed.nl](http://www.cultureelerfgoed.nl))

*BIAX Consult*  
Symon Spiersweg 7 D2  
[1506](http://www.biax.nl) RZ Zaandam  
([www.biax.nl](http://www.biax.nl))

Biologisch-Archeologisch Platform  
([www.bioarch.nl](http://www.bioarch.nl))

Vereniging van Ondernemers in Archeologie  
Postbus 601, 2300 AP Leiden  
([www.voia.nl](http://www.voia.nl))

Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA)  
Centraal College van Deskundigen Archeologie (CCvD)  
Stichting Infrastructuur Kwaliteitsborging Bodembeheer (SIKB)  
Burgemeester van Reenensingel 101  
Postbus 420, 2800 AK Gouda  
([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl))

## Literatuur

- Beug 2004:** H.-J., BEUG: *Leitfaden de Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 2004.
- de Boer et al. 2009:** M. DE BOER, E. VAN AS, H.J.P.M. VAN DEN BERSELAAR, E. BEUKERS, O. BRINKKEMPER, P.W.F. BRINKMAN, A. HAYTSMA, M.C. KOSIAN, R.C.G.M. LAUWERIER, M.W. SCHNITKER & H.J.T. WEERTS (red.): *Erfgoedbalans 2009, Archeologie, monumenten en cultuurlandschap in Nederland*. Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2009.
- Brinkkemper et al. 2005:** O. BRINKKEMPER, L.I. KOOISTRA, H. VAN HAASTER, L. VAN BEURDEN & F. BUNNIK: Archeobotanie. In: *De Nationale Onderzoeksagenda Archeologie*, hoofdstuk 9 (versie 1.0), ([www.noaa.nl](http://www.noaa.nl)) 2005.
- Brinkkemper & Lauwerier 2013:** O. BRINKKEMPER & R.C.G.M. LAUWERIER: Archeobotanie en archeozoölogie in Malta-onderzoek. In: *Archeobrief* 17-4 (2013): pp. 28-33.
- Cappers et al. 2006:** R.T.J. CAPPERS, R.M. BEKKER & J.A.E. JANS: *Digitale zadenatlas van Nederland*. Eelde: Barkhuis Publishing (Groningen Archaeological Studies Volume 4), 2006.
- Cappers et al. 2009:** R.T.J. CAPPERS, R. NEEF & R.M. BEKKER: *Digital Atlas of Economic Plants (Deel 1 & 2a/2b)*. Groningen, Barkhuis & Groningen University Library (Groningen Archaeological Studies Volume 9), 2009.
- Carmiggelt & Schulten 2002:** A. CARMIGGELT & P.J.W.M. SCHULTEN (red.): *Veldhandleiding Archeologie, Archeologie Leidraad 1*. Zoetermeer: College voor de Archeologische Kwaliteit ([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)), 2002.
- Erdtman 1960:** G. ERDTMAN: The Acetolysis Method. In: *Svensk Botanisk Tidskrift* 54-4 (1960): pp. 561-564.
- Ervinck et al. 2009:** A. ERVYNCK, P. DEGRYSE, P. VANDENABEELE & G. VERSTRAETEN: *Natuurwetenschappen en archeologie. Methoden en interpretatie*. Leuven & Den Haag: Acco, 2009.
- Fægri et al. 1989:** K. FÆGRI, P.E. KALAND & K. KRZYWINSKI: *Textbook of pollen analysis (4th edition)*. Chichester: John Wiley & Sons Ltd., 1989.
- Groenewoudt et al. 2014:** B. GROENEWOUDT, T. DE GROOT & M. EERDEN. *Programma kenniskaart archeologie. NOaA 2.0. Naar een nieuwe Nationale Onderzoeksagenda Archeologie*. Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, 2014.
- Groot & Kooistra 2009:** M. GROOT & L.I. KOOISTRA: Land use and the agrarian economy in the Roman Dutch River Area. *Internet Archaeology* 27 (<http://intarch.ac.uk/journal/issue27/5/toc.html>), 2009.
- Huisman et al. 2012:** D.J. HUISMAN, F. BRAADBAART, I.M. VAN WIJK & B.J.H. VAN OS: Ashes to ashes, charcoal to dust: micromorphological evidence for ash-induced disintegration of charcoal in Early Neolithic (LBK) soil features in Elsloo (The Netherlands). In: *Journal of Archaeological Science* 39 (2012): pp. 994-1004.

- Huisman & Mauro 2013:** D.J. HUISMAN & G. MAURO. Schokland UNESCO World Heritage site 3<sup>rd</sup> monitoring round. Amersfoort. Cultural Heritage Agency of the Netherlands (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 207), 2013.
- Huisman & Kooistra 2016:** H. HUISMAN & L.I. KOOISTRA: Een nieuwe toekomst voor artefacten en monsters. In: *Archeobrief* 20.1 (2016), 33-37
- KNA 2013:** *Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie* (KNA) ontwerpversie 3.3, ([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)), 2013.
- KNA 2015:** *Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie* (KNA) ontwerpversie 4.0, ([www.sikb.nl](http://www.sikb.nl)), 2015.
- Kooistra 2006:** L.I. KOOISTRA: De zin van botanisch waarden in het voortraject. In: *Archeobrief* 10.2 (2006): pp. 16-19.
- Kooistra & Brinkkemper in prep.:** L.I. KOOISTRA & O. BRINKKEMPER: *Archeologie en resten van planten*: Amersfoort: Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (Brochure Cultuurhistorie).
- Lange et al. 2014:** S. LANGE, W. VAN DER MEER & E. WIERINGA (m.m.v. L.I. KOOISTRA): Het verloren landschap. In: *Archeobrief* 18.1 (2014): pp. 24-28.
- Lauwerier 2010:** R.C.G.M. LAUWERIER: *Archeologie en resten van dieren. Leidraad Archeozoölogie*. Den Haag: Sdu Uitgevers b.v. (Praktijkreeks Cultureel Erfgoed), 2010.
- Lauwerier et al. 2006:** R.C.G.M. LAUWERIER, J.G.A. BAZELMANS, O. BRINKKEMPER, J.H.C. DEEBEN, J. VAN DOESBURG & P.A.M. ZOETBROOD: 'The quality of project outlines produced by commercial agencies'. In: *Berichten van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 46 (2006): pp. 91-109.
- Moore et al. 1991:** P.D. MOORE, J.A. WEBB & M.E. COLLINSON: *Pollen analysis (second edition)*. Oxford: Blackwell Scientific Publications, 1991.
- Punt et al. 1976-2009:** W. PUNT, G.C.S. CLARKE, S. BLACKMORE & P.P. HOEN (EDS.): *The Northwest European Pollen Flora*. Amsterdam (acht delen): Elsevier Scientific Publishing Company, 1976-2009.
- Renfrew & Bahn 2008:** C. RENFREW, & P. BAHN: Chapter 6: What was the Environment? Environmental Archaeology. In: *Archaeology: Theories, Methods and Practice, fourth edition*. London: Thames & Hudson, 2008, pp. 231-274.
- Schweingruber 1982:** F.H. SCHEINGRUBER: *Mikroskopische Holzanatomie*. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 1982.
- Schweingruber 1990:** F.H. SCHEINGRUBER: *Anatomy of European woods. An atlas for the identification of European trees, shrubs and dwarf shrubs*. Birmensdorf: Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, 1990.
- van den Dries & Zoetbrood 2007:** M.H. VAN DEN DRIES & P.A.M. ZOETBROOD: *Werk in uitvoering (1): van PvE tot veldwerk. Onderzoek naar de kwaliteit van archeologische programma's van eisen en van de uitvoering in het veld*. Den Haag: Erfgoedinspectie, 2007.
- van den Dries & Zoetbrood 2008:** M.H. VAN DEN DRIES & P.A.M. ZOETBROOD: *Werk in uitvoering (2): van veldwerk tot standaardrapport. Onderzoek naar de kwaliteit van*

*rapporten van archeologische proefsleuvenprojecten en opgravingen.* Den Haag:  
Erfgoedinspectie, 2008.