

BIAXiaal

17

Houtskool

**Overzicht van mogelijkheden en methoden van
een veronachtzaamde materiaalgroep**

P. van Rijn

November 1995



Onderzoeks- en Adviesbureau
voor Biologische Archeologie en Landschapsreconstructie

Colofon

Titel:

BIAX*iaal* 17

Houtskool. Overzicht van mogelijkheden en methoden van een veronachtzaamde
materiaalgroep

Auteur:

P. van Rijn

Opdrachtgever:

Instituut voor Pre- en Protohistorische Archeologie, UVA

ISSN: 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 2005

Correspondentie adres:

BIAX *Consult*

Hogendijk 134

1506 AL Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

fax: 075 – 61 49 980

e-mail: BIAX@BIAX.nl

Inhoud

1. Inleiding
2. Het materiaal
 - 2.1 Houtskool
 - 2.2 Gemineraliseerd hout
3. Vraagstellingen
 - 3.1 Algemeen
 - 3.2 Culturele informatie
 - 3.3 Vegetatiereconstructie
 - 3.4 Houtskool gebruikt in prospectieonderzoek
 - 3.5 Datering
4. Mogelijkheden van interpretatie en voorwaarden
5. Methoden van onderzoek
 - 5.1 Bemonstering in het veld
 - 5.2 Laboratoriumonderzoek
 - 5.3 Analysemethoden van de data
6. Samenvatting
7. Literatuur

Bijlage 1. Registratieformulier met handleiding

1. Inleiding

Het doel van het hier liggende rapport is tweeledig. In de eerste plaats probeert het aan te geven wat het aandeel kan zijn van houtskoolonderzoek in het archeologisch onderzoek. Ten tweede is het erop gericht het houtskoolonderzoek op het Instituut voor Pre- en Protohistorische Archeologie (IPP) van de Universiteit van Amsterdam een methodologische onderbouwing te geven en systeem en consistentie aan te brengen in de aanpak en verwerking van het materiaal. De informatie in dit rapport ligt aan de ene kant op het theoretische vlak van vraagstelling en interpretatie en de daarbij te hanteren methoden tot analyse van de gegevens. Aan de andere kant is er praktische informatie voor het uitvoerend deel van houtskoolonderzoek: bemonstering en verwerking in het veld en verwerking en registratie in het laboratorium. Een systematischer aanpak van houtskoolonderzoek moet leiden tot beter gefundeerde interpretaties en vergelijkingen tussen onderzoeksresultaten van hout en houtskool binnen een nederzetting (intra-site), en tussen nederzettingen (inter-site), mogelijk maken.

Voor de meer algemeen methodische benadering van botanisch materiaal heb ik mij laten leiden door enkele Amerikaanse auteurs (Miller 1988, Popper 1988 en Pearsall 1989). Voor de methodologische aspecten van specifiek houtskoolonderzoek ben ik uitgegaan van onderzoeken van onder andere de universiteit van Montpellier, Barcelona en Valencia. Daarnaast heb ik ruimschoots gebruik gemaakt van de ervaring van mijn medematen van BIAX *Consult* en mijzelf. Dit rapport is voorgelegd aan K. Waugh (ROB) en drs H. van Enckevort (Gemeente Nijmegen, Sectie Archeologie) in verband met grafveldonderzoek dat zij verricht hebben en aan M. van Nie (IPP/ROB) in verband met het onderzoek van ijzersmeltovens. Hun commentaar en wensen heb ik geprobeerd te verwerken. Eén van die wensen betrof de monsternamen en onderzoek van gemineraliseerd hout. Aangezien de aanpak hiervan overeenkomt met die van houtskool en gemineraliseerd hout onder andere naast houtskool kan voorkomen in grafvelden als resten van grafkisten, lijkt het logisch op deze wens in te gaan. Natuurlijk blijf ik zelf geheel en al verantwoordelijk voor het eindresultaat.

2. Het materiaal

2.1 HOUTSKOOL

Houtskool ontstaat door langzame en onvolledige verbranding van hout onder zuurstofarme omstandigheden en bij temperaturen van 300 - 400 graden Celsius. Houtskool kan een onopzettelijk bijproduct zijn van een verbrandingsproces, waarbij delen van het hout niet voldoende verhit zijn geweest om volledig te verbranden, zoals bij crematies, in haarden of incidentele verbranding van een huis. Voor een aantal industriële activiteiten werd hout onder gecontroleerde omstandigheden met opzet omgezet tot houtskool. Herverbranding van houtskool levert namelijk een vuur op dat regelmatig brandt en een gelijkmatige hitte produceert. Een dergelijk gecontroleerd verbrandingsproces was met name noodzakelijk voor metaalbewerking, het smelten van erts en het smeden van metaal.

Tijdens de verbranding van hout treden er chemische en mechanische processen op, die invloed hebben op de morfologie van de houtcellen. Niettemin blijft de micro-celstructuur grotendeels in stand en blijven de voor determinatie belangrijke kenmerken herkenbaar. De vervorming van de celstructuur en het uiteenvallen van het hout (de fragmentatie) variëren per houtsoort. Dit hangt samen met de fysisch-chemische toestand van het hout bij aanvang

van de verbranding en omvang, hevigheid en duur van de verbranding (Schweingruber 1976).

Houtskool is zeer bestendig tegen biologische aantasting, maar zeer gevoelig voor mechanische druk. In natte staat is het dikwijls zacht en makkelijk kapot te drukken. Afronding van de fragmenten geeft een zekere indicatie over de mate van mechanische aantasting door bijvoorbeeld verplaatsing na eerste depositie of doordat over het houtskool gelopen is.

2.2 GEMINERALISEERD HOUT

Bij voorwerpen met onderdelen van zowel hout als metaal (bijvoorbeeld kisten of dozen met metaalbeslag, lansen, mesheften) kan hout bewaard gebleven zijn in gemineraliseerde vorm. Op die punten waar het hout in contact is met het metaal, worden de cellen geïmpregneerd met geoxideerd metaal, waardoor deze geconserveerd worden. Ook in beerputten vindt men vaak gemineraliseerd hout.

3. Vraagstellingen

3.1 Algemeen

Hout is een botanische materiaalgroep, die informatie geeft over zowel sociaal-economische en culturele gedragingen als over vegetaties in het verleden. Het gebruik van hout heeft alles te maken met gebruik van natuurlijke grondstoffen, beheer van het landschap, keuzen en beslissingen en acties in het dagelijks leven, vanaf diep in de prehistorie. Al deze acties, keuzen, beslissingen vonden plaats in een bepaald sociaal, economisch en religieus systeem. Ze werden beïnvloed door en beïnvloedden op hun beurt het natuurlijke aanbod van het landschap. Hout wordt in onverkoalde en verkoalde vorm teruggevonden. In dit stuk zal alleen ingegaan worden op hout in verkoalde (houtskool) en gemineraliseerde vorm. De vraagstellingen voor houtskoolonderzoek liggen op het vlak van 1. culturele informatie, 2. vegetatiereconstructie, 3. prospectieonderzoek, 4. dateringsonderzoek.

Het belang van houtskoolonderzoek en welke prioriteit houtskoolonderzoek binnen de algemene onderzoeksdoelstellingen van een vindplaats gegeven moet worden, hangt in belangrijke mate af welke andere mogelijkheden er zijn om de verlangde informatie te verkrijgen en in hoeverre de informatie uit houtskoolgegevens op zichzelf staand is of aanvullend. Er zijn vindplaatsen waar organische materiaal alleen bewaard is gebleven in verkoalde vorm, zoals op de hogere zandgronden. Gegevens over vegetatie en het gebruik hiervan in het verleden zijn in dat geval op geen andere wijze te verkrijgen dan uit verkoald materiaal. Voor paleo- en mesolithische vindplaatsen geldt dat vaak slechts tijdelijke jachtkampen worden teruggevonden zonder houten structuren van onderkomens. Een groot deel van het botanisch materiaal bestaat uit houtskool uit vuurplaatsen en loopvlakken. Men kan zich voorstellen dat houtskoolonderzoek in beide gevallen een hoge prioriteit moet hebben. Een uitgebreid bemonsteringsprogramma voor alle typen sporen lijkt hier dan ook op zijn plaats. Op vindplaatsen met goed bewaard organisch materiaal en veel "nat" hout, zijn vragen met betrekking tot de oorspronkelijke vegetatie en gebruik van het landschap, op andere manieren te beantwoorden, namelijk door gecombineerd onderzoek van pollen, zaden en "nat" hout. In veel gevallen bestaat het "natte" hout echter uit constructiehout: palen en vlechtwerk van huisstructuren, waterputten, beschoeiingen en dergelijke. De aanwezigheid van soorten is in dat geval bepaald door keuzen gemaakt bij de constructie en representeert maar een deel van de houtvegetatie. Houtskool, dat de neerslag is van

verschillende en andersoortige activiteiten, kan een ander en aanvullend beeld geven van houtgebruik en gebruik van de houtbestanden in het omringende landschap.

3.2 CULTURELE INFORMATIE

3.2.1 Houtgebruik

In de eerste plaats wordt het gebruik van houtsoorten bepaald door de beschikbaarheid van de soorten op plaats en moment van gebruik. Welke van de aanwezige houtsoorten als brandhout of voor het maken van houtskool worden gebruikt, kan afhangen van wat er toevallig ter plekke aanwezig was aan bomen, afval of sloophout. Maar het kan ook bepaald zijn door overwogen beslissingen die gebaseerd zijn op economische, sociale of functionele overwegingen of op ritueel/magische gronden. Welk hout was makkelijker te verkrijgen, wat was beter brandhout, welke betekenis kan het gebruik van een speciale houtsoort hebben? Enkele voorbeelden hiervan zijn:

1. Els is niet zo'n beste brandstof. Het geeft een kort en hevige vuur. Maar op nattere gronden is het in overvloed aanwezig en makkelijker te verkrijgen dan beter brandende soorten als eik.
2. Bij metaalbewerking is de kwaliteit van het gemaakte houtskool een belangrijke overweging. Er zijn grote verschillen in het verhittend vermogen en het warmerendement van de verschillende houtskoolsoorten. Eik werd gezien als een uitstekende houtskoolsoort voor de ijzerindustrie (Taylor 1981). Uit houtskoolonderzoek van ijzerovens van de Veluwe blijkt dat daar, van de 7e tot begin 10e eeuw, alleen eik is gebruikt (Van Nie 1990). Eik was toen in overvloed aanwezig. Maar volgens een aantal 17e eeuwse Nederlandse schrijvers kon beter els en berk gebruikt worden voor de metaalindustrie. De achterliggende reden was waarschijnlijk dat eik in deze periode te duur geworden was om voor houtskoolproductie gebruikt te worden (Buis 1985).
3. Sociale status en rituele gebruiken kunnen de keuze van houtsoorten bepalen bij crematies. Zie hiervoor Tacitus' *De Germania*. In het houtskoolonderzoek van het grafveld van Hees (Nijmegen) is een duidelijke differentiatie in soorten gesignaleerd, die wijst op een verband tussen keuze van de houtsoort en de status van de begravene (H. van Enckevort mondelinge mededeling).
4. Bij resten van verbrande palen in huisstructuren geeft het houtskool de keuzen weer die gemaakt zijn bij het bouwen van het huis.
5. Bij werktuigen waarvan hout in verkolde of gemineraliseerde vorm is teruggevonden, heeft de gebruikte houtsoort oorspronkelijk de kwaliteit van het werktuig bepaald.
6. Niet altijd was de soort belangrijk bij het verzamelen van brandhout. Andere keuzen kunnen een rol hebben gespeeld. Er kan sprokkelhout of vers hout gebruikt zijn, houtafval, kapotte voorwerpen en oud sloophout. Soms gebruikte men stamhout, soms takken.

3.2.2 Handel en contacten met niet-inheemse groepen.

Directe of indirecte contacten of handel met niet-inheemse groepen kunnen afgeleid worden uit de aanwezigheid van houtsoorten die in de betreffende periode niet in deze streken groeiden, zoals buxus, ceder, zilverspar, vurehout, enzovoort.

3.2.3 Activiteitengebieden

Activiteiten waarbij vuren gestookt werden, zoals het koken, maken van potten, smelten van metaal enzovoort zullen gebonden zijn geweest aan speciale delen van het erf of huis. Verschillen in concentratiedichtheden van houtskool in loop- of vloervlakken, kunnen de locaties van deze verschillende activiteiten aangeven. Verschilt de samenstelling van de

houtsoorten per activiteitenplek, dan kan ook dat weer houtkeuzen impliceren die verband houden met de activiteiten.

3.2.4 Seizoenbepaling

Eén van de manieren om na te gaan in welk seizoen bepaalde activiteiten plaatsvonden of in welke tijd van het jaar een (jacht)kamp in gebruik was, is het seizoen te bepalen waarin het brandhout gekapt is. Een poging hiertoe is gedaan in het houtskoolonderzoek van de laat-neolithische vindplaats te Zijpe, N.H. (Kooistra 1992).

3.3 VEGETATIERECONSTRUCTIE

Vegetaties zijn het best te reconstrueren door een gecombineerd onderzoek van pollen, zaden, hout en geologie van het oude landschap. Soms echter is houtskool het enige organische materiaal. Door verscheidene auteurs wordt aangenomen dat in de prehistorie, bij voldoende houtvegetatie, het brandhout lokaal in de omgeving van de nederzetting verzameld werd (o.a. Groenman-Van Waateringe 1988 en Shackleton & Prins 1992 en andere). In het licht hiervan is het mogelijk houtskool te gebruiken voor vegetatiereconstructie, liefst toch altijd in combinatie met geologisch onderzoek.

3.4 HOUTSKOOL GEBRUIKT IN PROSPECTIEONDERZOEK

Door RAAP wordt het voorkomen van houtskool in boringen bij het prospectieonderzoek beschouwd als een indicatie van mogelijke bewoning en is een reden tot verfijning van het boornetwerk ter plekke. Het aangetroffen houtsoortenspectrum kan informatie geven of het hier gaat om houtskool ten gevolge van een bosbrand of geproduceerd door menselijke activiteiten.

3.5 DATERINGSONDERZOEK

Uit houtskoolanalyse kan blijken dat een vindplaats verstoord is in een latere periode. Bij houtskoolonderzoek van de mesolithische vindplaats van Sweijkhuizen bleek bij nauwkeurige analyse van de horizontale en verticale verspreiding van het houtskool dat de vindplaats in het Neolithicum of daarna verstoord was en mesolithisch en later materiaal vermengd zijn. Dit was te constateren uit het feit dat op een bepaalde plaats houtsoorten in de assemblage voorkwamen die in het mesolithicum absoluut niet ter plekke hebben kunnen groeien (mondeline mededeling H. van Enkevort). Een dergelijke constatering is niet alleen van belang voor de analyse van de opgraving maar ook voor de keuze van houtskoolbrokjes voor eventuele ¹⁴C dateringen.

4. Mogelijkheden van interpretatie en voorwaarden

Om een interpretatie te kunnen geven van de houtskooldata moet duidelijk bepaald worden wat het houtskool uit elk spoor representeert. Wat waren de verbrandingsactiviteiten die het houtskool hebben geproduceerd, hoe is het houtskool in het spoor terechtgekomen? Is het een mengsel van allerlei activiteiten of de resten van een enkele gebeurtenis? Er is een tweedeling te maken tussen sporen die het houtgebruik bij een eenmalige of slechts enkele

verbrandingsactiviteiten vertegenwoordigen en sporen waarvan het houtskool het verbrandingsresultaat van meerdere activiteiten over een langere periode representeert.

Sporen categorie 1: eenmalige of slechts enkele verbrandingsactiviteiten

Onder de sporen van categorie 1 vallen crematies, haarden, verbrande huizen, ovens, eenmalige deposities in greppels en dergelijke. Meestal bevatten deze sporen concentraties van houtskool. Het houtskool hieruit representeert het verbrandingsresultaat van één of een paar verbrandingssessies. Houtgebruik bij een crematie is een eenmalig vergaren van brandhout, soms bepaald door de specifieke positie van de overledene, soms door wat er voor handen was, bijvoorbeeld sloophout. Houtkeuze bij de constructie van een huis werd bepaald op het moment van de bouw. Ook langdurig gebruikte haarden en ovens vallen onder deze categorie omdat tijdens de periode van gebruik van de haard cq oven de houtskoolresten van de eerdere vuren bij de volgende geheel verast zijn. Wat we uiteindelijk in de haard of oven terugvinden, zijn de resten van de laatste verbrandingssessie(s). Eenmalige handelingen zijn afhankelijk van het houtaanbod/houtkeuze van dat moment. In het algemeen zullen deze sporen een vrij beperkt aantal houtsoorten in het houtskool opleveren. Houtskoolconcentraties representeren meestal een beperkte selectie uit de houtvegetatie aangezien het momentopnamen betreft van houtgebruik. Daarom zijn ze op zich zelf niet geschikt voor vegetatiereconstructie. Het houtskool uit crematies, haarden, verbrande huizen, ovens, eenmalige deposities in greppels, geeft vrijwel uitsluitend informatie over culturele gedragingen. Wanneer er veel van deze typen sporen houtskool gevonden zijn op één vindplaats, die min of meer synchroon zijn, dan kunnen de gegevens bij elkaar wel gebruikt worden voor een reconstructie van de vegetatie.

Sporen categorie 2: meerdere activiteiten over een langere periode

Hieronder vallen sporen als huisvloeren, loopvlakken, greppels, afvalkuilen, esdekken, beerputten. Deze sporen vertonen meestal een verspreide distributie. Het houtskool is hierin terecht gekomen als gevolg van het meer malen verspreiden of deponeren van afval en huisvuil. Tijdens de gehele periode dat deze sporen open liggen, komt hierin houtskool terecht. In dit mengsel kunnen "ingevoerde" houtsoorten gevonden worden, bijvoorbeeld van duigen of uitheemse voorwerpen, maar met name voor de prehistorie zal een groot deel van het hout afkomstig zijn uit de nabije omgeving. Houtskool uit sporen met verspreide distributie is over het algemeen representatief voor houtgebruik over een langere periode en ten behoeve van verschillende verbrandings-activiteiten. Dit houtskool representeert een zo groot mogelijke selectie van houtsoorten en van de lokale houtvegetatie. Dit betekent dat het houtskool uit vloeren, loopvlakken, greppels, afvalkuilen, esdekken, met name in de pre- en protohistorie, gebruikt kan worden voor vegetatiereconstructie.

De verschillen tussen de resultaten van twee soorten contexten worden geïllustreerd in het houtskoolonderzoek van de Meso-/Neolithische vindplaats Abeurador (Frankrijk). Twee gelijktijdige haarden leverden twee zeer verschillende maar ook zeer beperkte houtspectra op, terwijl het vloerniveau waarin de haarden zich bevonden een breed spectrum van soorten vertoonde (Badal et al. 1991).

Sporen die tot beide categorieën kunnen horen

Houtskool uit paalgaten kan afkomstig zijn van alleen de verbrande palen. Maar het is mogelijk dat in het paalgat ook materiaal van het (vroegere) vloeroppervlak in het paalgat is terecht gekomen.

5. Methoden van onderzoek

5.1 BEMONSTERING IN HET VELD

5.1.1 Wijze van verzamelen en behandeling in het veld

Verzamelen

De meest gebruikte methoden van houtskool verzamelen zijn schaven, troffelen, zeven en floteren. Uit houtskoolonderzoek van Zijpe (N.H.), waarin de eerste drie methoden van verzamelen met elkaar vergeleken worden, blijkt dat in Zijpe het meeste houtskool gevonden is bij zeven en het minst bij schaven (Kooistra 1992). Houtskoolonderzoek vereist de determinatie van voldoende materiaal. In de meeste gevallen betekent dat een groot aantal fragmenten om tot een gefundeerde interpretatie te kunnen komen (zie paragraaf 5.2.1, p.8). Onderzoek van enkele fragmenten verzameld door schaven en troffelen heeft geen zin, behalve als het om verkoolde of gemineraliseerde voorwerpen gaat. Floteren is de minst beschadigende methode als het materiaal sterk gefragmenteerd en slecht geconserveerd is. Verder hangt de keuze tussen zeven en floteren af van de grondsoort waarin het houtskool zich bevindt. In kitbare sedimenten als klei en löss blijft sediment aan het houtskool kleven waardoor het bij floteren met het aangekoekte sediment naar de bodem zakt. Ditzelfde geldt voor venige sedimenten. Houtskool in klei, löss of veen kan dan ook het best gezeefd worden. Houtskool in droog zand en/of grint kan goed gefloteerd worden. In nat zand kan een deel van het houtskool aan het zand blijven "hangen", waardoor een deel van het houtskool verloren kan gaan bij floteren. Het residu moet hierop gecontroleerd worden.

Het soort sediment waarin het houtskool gevonden wordt is dus zeer bepalend voor de keuze van behandeling: zeven of floteren. Verder zijn de conserveringsomstandigheden binnen de sporen bepalend of het monster gezeefd dan wel gefloteerd moet worden en welke maaswijdte van de zeef hierbij gebruikt moet worden. Gezien de tijd die het neemt om zeer gefragmenteerd materiaal (kleiner dan 2 mm) te determineren, lijkt het verstandig onderzoek aan deze fractie te beperken tot sporen waarin niet genoeg houtskool van een grotere fractie beschikbaar is, maar waarvan houtskoolonderzoek niettemin belangrijk is, bijvoorbeeld door het ontbreken van enig ander botanisch materiaal.

Behandeling

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

5.1.2 Bemonstering van de verschillende typen sporen

De uit de verschillende sporen resulterende data kunnen kwalitatief en kwantitatief zeer verschillend zijn en daardoor onderling slecht te vergelijken. Het in de opgraving gevonden materiaal is een klein percentage van het oorspronkelijk geproduceerde houtskool. Maar ook dat is maar een beperkt deel van wat er aan brandhout op het vuur is gegaan. De representativiteit met betrekking tot de oorspronkelijke hoeveelheid wordt verder aangetast door bemonsteringskeuzen tijdens de opgraving en het eventueel nemen van submonsters in het laboratorium. Alleen bij opgraven en laboratoriumwerk hebben de archeoloog en

specialist de mogelijkheid door beredeneerde keuzen de effecten op de representativiteit onder controle te houden.

Elke opgraving heeft zijn eigen specifieke probleemstelling, waarop bemonsteringsstrategie en analysemethoden moeten worden ingesteld. Welke spoortypen zijn er? Wat voor informatie zou het houtskool uit deze verschillende spoortypen kunnen opleveren? Geeft houtskoolonderzoek geheel onafhankelijke of aanvullende informatie? In welke mate draagt het onderzoek bij tot de algemene vraagstelling van de vindplaats of van een serie van vindplaatsen. Intensieve bemonstering van bijvoorbeeld een loopvlak of vloeroppervlak zal voor een opgraving waar ander organisch materiaal ontbreekt, grotere prioriteit hebben dan op een vindplaats met veel organisch materiaal. Conserveringsomstandigheden, maar ook context van een vindplaats, context van een spoor en concentratiedichtheid van het houtskool zijn bepalend voor de mogelijkheden en onmogelijkheden van interpretatie. Als de vraagstelling van het houtskoolonderzoek bepaald is, kan de bemonsteringsstrategie vastgesteld worden. In principe moet alles wat nodig is voor beantwoording van een vraagstelling, bemonsterd worden. In een later stadium kan beslist worden of al het materiaal bekeken moet worden of dat volstaan kan worden met een steekproef hieruit. Als niet alles bemonsterd kan worden, dan moet aangegeven worden welk deel wel en welk deel niet bemonsterd is.

Bij de richtlijnen voor bemonstering wordt steeds een standaardmaat van 5 liter genoemd. Dat geldt natuurlijk alleen als er zoveel of meer aanwezig is. Is er minder, dan in ieder geval alles bemonsteren.

Vloeroppervlakken, loopvlakken

- *Algemene vraagstellingen*: 1. vegetatiereconstructie. 2. cultureelgericht (verspreiding van activiteitengebieden, activiteitgebonden houtkeuze).
- *Bemonstering*: het hele oppervlak moet in vakken van 1 x 1 m worden ingedeeld; bij dikke lagen onderverdelen in lagen van 5-10 cm. Meer loopvlakken/bewoningslagen boven elkaar moeten apart bemonsterd worden. Onderscheid moet gemaakt worden tussen loopvlakken binnen en buiten de huisstructuren. Het houtskool wordt, te samen met andere macroresten, als grondmonster met een eigen monsternummer per vak en per laag, verzameld. De locatie van het grondmonster moet altijd terug te vinden zijn op de veldtekeningen of door vermelding van coördinaten. Zo kunnen frequentie-verdelingen gemaakt worden en kwantitatieve en kwalitatieve verschillen tussen de verschillende vakken en eventuele significante verbanden bepaald worden. Als niet het hele oppervlak bemonsterd wordt of kan worden, moet aangegeven worden hoe groot het bemonsterde oppervlak is ten opzichte van het niet-bemonsterde. Altijd moeten coördinaten en grootte van de bemonsterde vakken aangegeven worden. Verbrande takken in hun geheel aange troffen moeten bij elkaar verpakt worden in een afzonderlijke zak, om onnodige overrepresentatie van één houtsoort tegen te gaan.
- *Monstergrootte*: is een laag arm aan houtskool, dwz minder dan 100 fragmenten van > 2mm, per m², dan verdient het aanbeveling alle grond per vak te verzamelen. Is een laag rijk aan houtskool, dwz ca 250 fragmenten > 2mm per m², dan is een volume van 5 liter per laag en per vak van m² voldoende (Badal 1991).
- *Behandeling*: bij venige/kleiige/lössachtige sedimenten zeven + drogen; bij zandige en grintafzettingen floteren + drogen.

Crematies, brandgraven

- *Algemene vraagstelling*: cultureel gericht (houtgebruik/keuze, "import", seizoenbepaling)
- *Bemonstering*: sporen in hun geheel bemonsteren, tesamen met het overige materiaal.
- *Monstergrootte*: standaard 5 liter zakken met eigen vondst/monsternummer. Bij een grote hoeveelheid materiaal meer zakken met ieder een eigen vondst/monsternummer. Aangeven welk deel van het spoor door elk monster vertegenwoordigd wordt.
- *Behandeling*: bij venige/kleiige/lössachtige sedimenten zeven + drogen; bij zandige en grintafzettingen floteren + drogen.

Grafkisten en voorwerpen met gemineraliseerd hout

- *Algemene vraagstelling*: cultureel gericht (houtgebruik/keuze bij de verschillende onderdelen)
- *Bemonstering*: elke spijker/metalen element met houtresten apart verzamelen. Locatie van elk element exact aangeven op tekening.
- *Behandeling*: drogen en verpakken

Haarden

- *Algemene vraagstelling*: cultureel gericht (houtgebruik/keuze, "import", seizoenbepaling)
- *Bemonstering*: sporen in hun geheel bemonsteren, tesamen met het overige materiaal.
- *Monstergrootte*: standaard 5 liter zakken met eigen vondst/monsternummer. Bij een grote hoeveelheid materiaal meer zakken met ieder een eigen vondst/monsternummer. Aangeven welk deel van het spoor door elk monster vertegenwoordigd wordt.
- *Behandeling*: bij venige/kleiige/lössachtige sedimenten zeven + drogen; bij zandige en grintafzettingen floteren + drogen.

Ovens (industriële activiteiten)

- *Algemene vraagstelling*: cultureel gericht (houtgebruik/keuze, "import")
- *Bemonstering*: sporen in hun geheel bemonsteren, tesamen met het overige materiaal
- *Monstergrootte*: standaard 5 liter zakken met eigen vondst/monsternummer. Bij een grote hoeveelheid materiaal meer zakken met ieder een eigen vondst/monsternummer. Aangeven welk deel van het spoor door elk monster vertegenwoordigd wordt.
- *Behandeling*: bij venige/kleiige/lössachtige sedimenten zeven + drogen; bij zandige en grintafzettingen floteren + drogen.

Paalgaten of afgebrande (huis)structuren

- *Algemene vraagstelling*: cultureel gericht (import, houtgebruik/keuze, seizoenbepaling)
- *Bemonstering*: is het houtskool afkomstig van één verbrande paal, dan is één enkel fragment genoeg. Meestal zal er zich materiaal van het omringende vloeroppervlak in bevinden. Als het de bedoeling is het vloeroppervlak op houtskoolresten te bekijken, dan moet alles uit het paalgat bemonsterd worden.
- *Monstergrootte*: één fragment per paal; gemengd met vloeroppervlakmateriaal standaard 5 liter zakken met eigen nummer.
- *Behandeling*: enkel fragment van paal apart verpakken; grondmonsters van 5 liter zeven en drogen.

Beerputten

Voor beerputten kan volstaan worden met het houtskool uit algemene macroresten-monsters. De gestandaardiseerde classificatie van monsters zoals die is opgesteld voor oecologisch stadskernonderzoek (Van Haaster 1994), kan hiervoor gebruikt worden. In beerputten worden ook vaak gemineraliseerde houten voorwerpen of onderdelen van voorwerpen aangetroffen.

1. Houtskool

- *Algemene vraagstelling*: 1. cultureel gericht (import, houtgebruik). 2. reconstructie van (tuin)vegetatie.
- *Bemonstering*: lagen apart bemonsteren
- *Grootte van monster*: uit elke laag 5 liter
- *Behandeling*: als macrorestenmonster: niet behandelen, maar direct goed verpakken
als houtskoolmonster: bij venige/kleiige/lössachtige sedimenten zeven + drogen; bij zandige en grintafzettingen floteren + drogen.

2. Gemineraliseerd hout

- *Algemene vraagstelling*: cultureel gericht (import, houtgebruik)
- *Bemonstering*: elk voorwerp in zijn geheel
- *Behandeling*: drogen

Waterputten, afvalkuilen

- *Algemene vraagstelling*: 1. cultureel gericht (import, houtgebruik). 2. reconstructie van tuinvegetatie (Middleeuwen), vegetatiereconstructie. 3. Datering ("vervuiling" met jonger materiaal)
- *Bemonstering*: lagen apart bemonsteren
- *Grootte van monster*: uit elke laag 5 liter
- *Behandeling*: als macro-monster: niet behandelen, maar goed verpakken en niet laten uitdrogen.
als houtskoolmonster: bij venige/kleiige/lössachtige sedimenten zeven + drogen; bij zandige en grintafzettingen floteren + drogen.

Esdekken

- *Algemene vraagstelling*: 1. vegetatiereconstructie over langere termijn. 2. Datering ("vervuiling" met jonger materiaal)
- *Bemonstering*: algemene macro-resten monsters
- *Monstergrootte*: 5 liter
- *Behandeling*: goed verpakken, niet laten uitdrogen

5.2 LABORATORIUMONDERZOEK

5.2.1 Hoeveel determinaties per monster?

De vraag hoeveel houtskoolfragmenten uit een monster bekeken moeten worden, hangt af van de vraagstelling, de context van het spoor, en de periode van de vindplaats. Uit houtskoolonderzoek van een meso/neolithische vindplaats in Frankrijk blijkt dat het optimum van het aantal determinaties, waarna geen nieuwe soorten meer gevonden werden, duidelijk gerelateerd was aan de context (zie figuur 2a en 2b, Heinz 1987). Het blijkt dat bij haarden dit punt veel eerder bereikt wordt dan bij vloeroppervlakken, maar ook dat het aantal gevonden soorten beperkter is.

Hoeveel determinaties er nodig kunnen zijn om tot een betrouwbaar beeld van de vegetatie te komen, wordt behandeld door Badal (Badal 1991). In een vergelijkend onderzoek tussen twee fracties van hetzelfde monster (zeefmaas grootte 2 en 5mm) komt zij tot de conclusie dat bij hoge aantallen (hier meer dan 1000 fragmenten per fractie) de resultaten van beide fracties vergelijkbaar zijn, zowel op kwalitatief als op kwantitatief niveau. Dit betekent dat als vloeroppervlakken veel houtskool, dwz > 250 fragmenten per m² bevatten, men kan volstaan met onderzoek van de grootste fractie. Bij een geringe hoeveelheid houtskool levert echter de kleinste fractie corrigerende informatie op die van de grootste. Verder concludeert zij dat minimaal 150 fragmenten per monstereenheid bekeken moet worden, maar dat 250 fragmenten kwalitatief en kwantitatief een correcter beeld opleveren. In diagrammen waarin percentages van houtsoorten zijn afgezet tegen aantallen gedetermineerde fragmenten, laat Badal zien dat bij minder dan 100 determinaties het percentuele aandeel van de verschillende houtsoorten duidelijk verschilt van dat na meer dan 150 - 250 determinaties. Bovendien heeft het houtspectrum over het algemeen na ongeveer 150 determinaties zijn maximale breedte bereikt, zie figuur 2.

Fig. 1. De drie vlakken waarop de houtcelstructuur bekeken wordt.

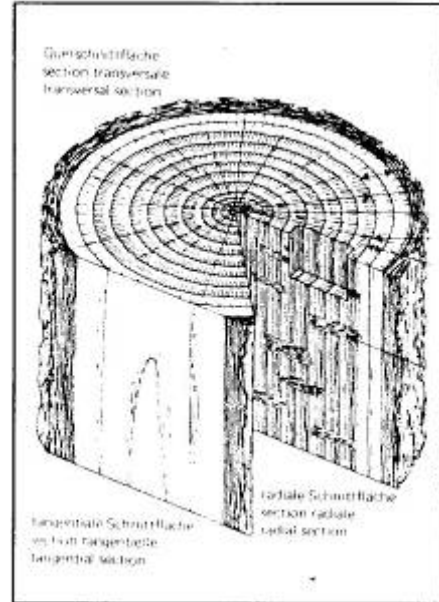


Fig. 2a. Taxonomische curve van houtskooldeterminaties van een hardplaats van de vindplaats Abeurador (Heinz 1987)

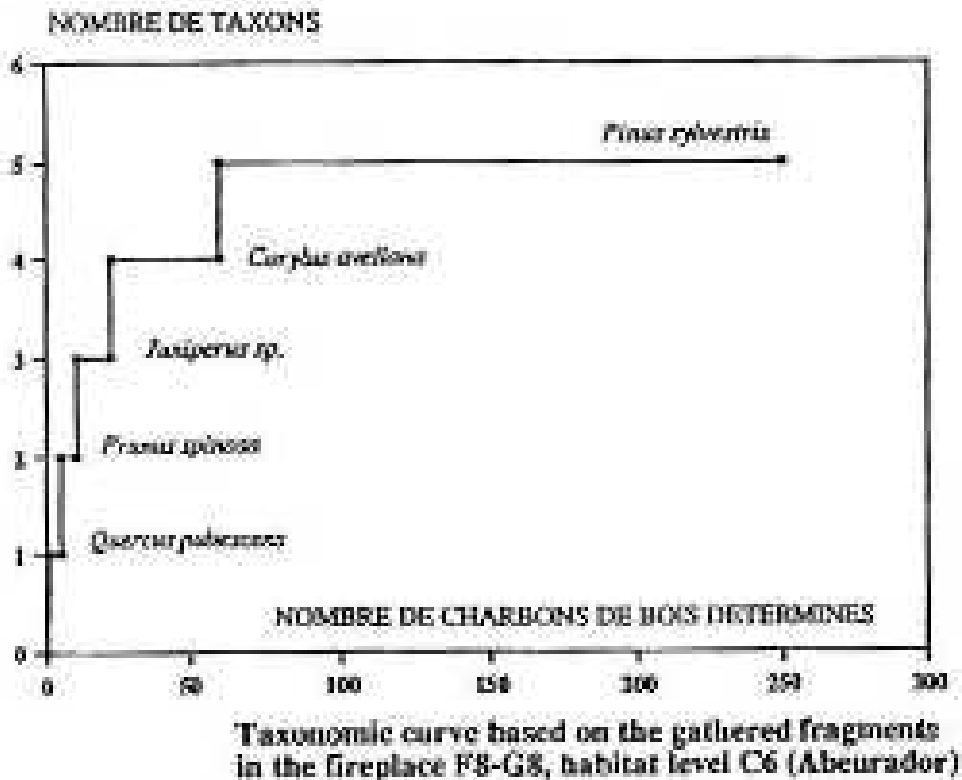
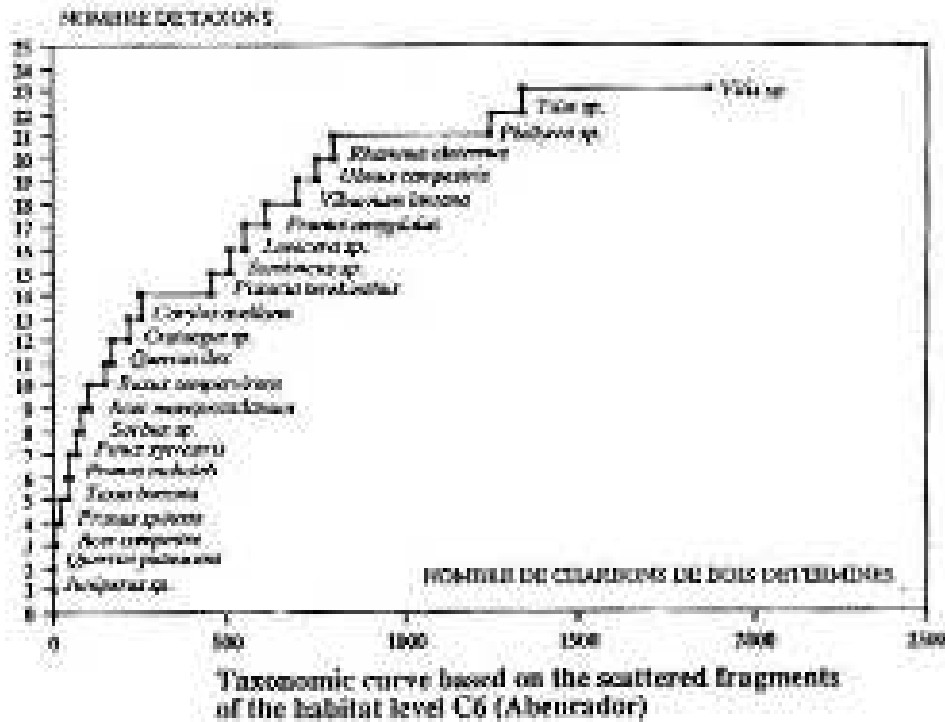


Fig. 2b. Taxonomische curve van houtskoordeterminaties van een vloerooppervlak van de vindplaats Abeurador (Heinz 1987)



Dit komt overeen met de resultaten van onderzoek aan tak-en twijghoutmonsters uit de Noordgeul van Valkenburg-Marktvelde, dat bedoeld was als aanvullend onderzoek naar de vegetatie van houtachtigen (van Rijn 1990). Hierin bleek dat het aantal soorten zich begon te stabiliseren na ruim 100 determinaties. Het kan zijn dat in Nederland, met een andere samenstelling van houtvegetaties, het punt van stabilisering van het houtspectrum bij een kleiner of juist groter aantal determinaties ligt. Het is dus van belang voor Nederlands onderzoek dat voor iedere vindplaats van elk op houtskool onderzocht spoor een dergelijke taxonomische curve gemaakt wordt, om inzicht te krijgen hoeveel determinaties er in het algemeen nodig zijn voor optimale informatie uit monsters van verschillende contexten.

5.2.2 Determinatie van de houtsoort

Enkele soorten zijn vaak met het blote oog te herkennen. Het betreft hier eik, es en iep. Dit maakt een snelle uitsortering van deze soorten mogelijk. Voor microscopische determinatie van de houtsoort is het noodzakelijk de houtcelstructuur op drie vlakken te bekijken: dwars, radiaal en tangentiaal op de as van de boom, zie figuur 1. Een stukje houtskool (cq gemineraliseerd hout) wordt op deze drie vlakken gebroken. Op de verse breukvlakken zijn de kenmerken, in reliëf, het best zichtbaar. Voor determinatie wordt een opvallend-licht microscoop gebruikt, met vergroting tot 400 maal. Het feit dat houtskool gebroken moet worden voor onderzoek, maakt dat het vrijwel onmogelijk is met fragmenten kleiner dan 2 mm te werken. Soms is het houtskool te brokkelig en te zacht om het tot goed "leesbare" vlakken te breken. Het houtskool kan dan geïmpregneerd worden in polyethyle glycol, waardoor het elastischer en minder fragiel wordt en er coupes van gesneden kunnen worden (Pawlikowa 1974). Deze coupes worden ingebed in een glycerine/paraffine oplossing. Mocht het noodzakelijk zijn minuscule houtskooldeeltjes te determineren, dan is dit mogelijk met een scanning electronen microscoop (Leiden, Herbarium)

Er zijn beperkingen aan de microscopische houtdeterminatie. Een aantal houtsoorten is houtanatomisch niet of niet met zekerheid tot species of sub-speciesniveau te determineren. Zo is er onder meer geen onderscheid te maken tussen zomer- of wintereik of de verschillende soorten wilg of els. Dit kan de interpretatie over bossamenstellingen een vegetatiereconstructie bemoeilijken, aangezien deze soorten ieder hun eigen ecologische standplaats hebben.

5.2.3 Seizoenbepaling

Als de laatstgegroeide cellen van de laatstgegroeide jaarring nog aanwezig zijn in het houtskoolfragment, kan in bepaalde gevallen door microscopisch onderzoek bepaald worden in welke fase van groei het hout gekapt is. Er is, afhankelijk van de houtsoort, een meer of minder duidelijk verschil te zien tussen de cellen gevormd tijdens het voorjaar, de zomer of het najaar. In het algemeen lenen soorten met een duidelijk verschil tussen voorjaars- en zomerhout, zogenaamde kringporige soorten als eik, es en iep, zich hier beter voor dan verspreidporige soorten als els en wilg, waarbij dit verschil veel kleiner is. Aangezien bij vele fragmenten de laatste jaarring ontbreekt en als die wel aanwezig is, de laatste celrijen niet "leesbaar" zijn, is voor een duidelijke uitspraak over seizoen van kap, een groot aantal monsters nodig.

5.2.4 Aanwezigheid van schimmels

Hout dat voor het moment van de verbranding al een zekere tijd op de grond gelegen heeft en als sprokkelhout verzameld is, zal aangetast zijn door schimmels die de houtvezel afbreken. Microscopisch zijn zulke schimmels waar te nemen, ook in archeologisch hout. Vergelijkend onderzoek aan recent materiaal laat zien dat hoge waarden van schimmels in houtskool wijst op het gebruik van sprokkelhout (Schweingruber 1978a).

5.2.5 "Pof" effect

Bij verbranding van groen hout, zet het water in de cellen uit waardoor de celwanden exploderen. Deze uit elkaar gescheurde celwanden zijn ook in archeologisch hout waar te nemen als grote gaten.

5.3 ANALYSEMETHODEN VAN DE DATA

De keuze welke methode het meest geschikt is om de data te analyseren en te kunnen interpreteren, komt in de meeste gevallen pas na opgraving en na determinatie van het houtskool.

De kwaliteit van de dataset moet dan ook zo hoog mogelijk zijn en deze wordt al bepaald door de wijze van bemonstering in het veld en de zorg die is besteed om een zo goed mogelijke representatie te krijgen van wat er aan materiaal op de opgraving aanwezig was.

Aantallen of gewichten?

De frequentieverdelingen van taxa (dit zijn in de biologie gebruikte classificatie-eenheden zoals variëteiten, soorten, ondersoorten, geslachten, families) kunnen zowel berekend worden aan de hand van aantallen fragmenten als van totaal gewicht per taxon. Het kwantificeren van archaeobotanische data door tellen of wegen gaat uit van de aanname dat deze getallen representatief zijn voor de oorspronkelijke aanwezigheid van de soort. Beide methoden berekenen echter hoeveelheden houtskool die gedetermineerd zijn en niets meer. Over de verschillen in fragmentatie, hetzij door postdepositionele processen, hetzij door de fysische eigenschappen van de houtsoorten, is weinig bekend. Houtsoorten hebben hun

eigen specifieke verbrandingseigenschappen. Maar ook door het lopen over het houtskool in het loopvlak, kan de fragmentatie verschillen. "Can we assess the fragmentation variability? Is it correlative to the nature of the taxon or to the stratigraphic level? Are the two units of measurement equivalent with regard to the fragmentation variability?" (Chabal 1987). Het is dus moeilijk de soortenverhoudingen voortkomend uit deze maateenheden te relateren aan het oorspronkelijke kwantitatieve gebruik van de soort. Het registreren van gewicht en aantal heeft dan ook alleen een methodologisch doel. Wel geeft bepaling van het gewicht beter de onderlinge verhouding weer tussen de gedetermineerde soorten binnen het verzamelde materiaal.

Kwalitatieve analyse

Een kwalitatieve analyse, het zonder rangorde naast elkaar zetten van de aangetroffen soorten, leidt tot de informatie dat de in de monsters gevonden soorten op de nederzetting aanwezig zijn geweest. Er zijn conclusies te trekken over lokale vegetatie, gebruik van verschillende bosbestanden, import, houtkeuzen enzovoort.

Kwantitatieve analyse

Door kwantitatieve analyses kunnen resultaten vergelijkbaar gemaakt worden. Patronen in data, veranderingen in houtgebruik over tijd, verschillen in houtsoortenspectra tussen de verschillende contexten of tussen de verschillende vindplaatsen worden vaak versluierd door ongelijkheid in het groeperen van de gegevens. De vergelijkbaarheid tussen resultaten van monsters van verschillende sporen, contexten en vindplaatsen kan bevorderd worden door het gebruiken van kwantitatieve analysemethoden (Hastorf & Popper 1988). Elke kwantitatieve methode heeft haar eigen voorwaarden ten aanzien van de grootte van de dataset, en levert een verschillende soort informatie op. De methode die gekozen wordt, hangt af van de voorwaarden en beperkingen van de methode zelf, de kwaliteit van de dataset en de patronen waarnaar we op zoek zijn, zoals die gedefinieerd zijn in onze vraagstelling.

Door Popper worden de sterke en zwakke kanten van vier kwantitatieve methoden besproken, namelijk die van: 1. absolute aantallen, 2. aanwezigheid < > niet-aanwezigheid, 3. "ranking" en 4. "diversity measurements" (het meten van verschillen in plant samenstellingen) (Popper 1988).

Het gebruik van 1. absolute aantallen is in de meeste gevallen een inadequate methode omdat deze geen rekening houdt met patronen in de dataset veroorzaakt door differentiële depositie en conservering. Ruwe data moeten altijd eerst gestandaardiseerd worden. De methode van 2. aanwezigheid < > niet-aanwezigheid houdt geen rekening met de absolute aantallen van een soort, maar kijkt naar het aantal monsters waarin deze soort scoort. Dergelijke berekeningen kunnen informatie geven over het relatieve belang van soorten. 3. "Ranking" is een methode om over- of onderrepresentatie van een soort te neutraliseren. Als er meer inzicht verkregen is in de mate van soortgebonden fragmentatie van de verschillende houtsoorten, zou er een schaalverdeling gemaakt kunnen worden waarin dit verschil in fragmentatie verdisconteerd wordt. 4. "Diversity measurements" neemt het totale aantal soorten in beschouwing in een assemblage en het relatieve aandeel van elke soort. Miller bespreekt 5. ratios als een simpele methode om data te standaardiseren, zodat deze met elkaar vergeleken kunnen worden ondanks hun variabiliteit ten gevolge van processen van depositie, conservering en bemonstering (Miller 1988). Eén van de meest gebruikte ratios is concentratiedichtheid. Verhoudingen tussen hoeveelheden houtskoolfragmenten per monster en het volume of totaalgewichten van het grondmonster, geeft de mogelijkheid

de concentratiedichtheid te vergelijken tussen de verschillende contexten intra site als een indicator bijvoorbeeld voor activiteitengebieden, maar ook tussen vindplaatsen, om aannames over depositie, conservering en bemonsteringsmethoden te testen. verder behandelt zij andere in de archeologie veel gebruikte ratios, zoals percentage- en proportieberekeningen. Percentageberekeningen zijn een manier om aantallen determinaties van een soort per monster te standaardiseren, zodat vergelijking tussen meer monsters mogelijk is. Op deze wijze kan bijvoorbeeld verschil in houtgebruik aangetoond worden of af-/toename van het belang van een houtsoort.

Proportieberekeningen vergelijken de relatieve hoeveelheden van twee of meer verschillende materiaalgroepen, bijvoorbeeld houtskool en verbrande zaden, met als doel de effecten van differentiële conservering te meten. Een andere mogelijkheid van gebruik van proportieberekeningen is uit te gaan van houtskool als vaste variabele en veranderingen in de ratio "houtskool : graansoort" te zien als toe- cq afname in consumptie van de graansoort.

Ik heb hierboven een summier overzicht van een aantal kwantitatieve methoden gegeven. Voor diepergaande informatie raad ik aan het boek van Christine A. Hastorf en Virginia S. Popper te lezen: *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains* (Hastorf en Popper 1988).

6.Samenvatting

Het doel van dit rapport is ten eerste om archeologen informatie te geven over de mogelijkheden van houtskoolonderzoek en ten tweede om een methodologische onderbouwing te geven aan de uitvoering van houtskoolonderzoek en systeem en consistentie te brengen in de aanpak. Het materiaal "houtskool" wordt in hoofdstuk twee besproken. Daarnaast wordt gemineraliseerd hout genoemd omdat onderzoek hiervan in veel opzichten overeenkomt met dat van houtskool. In hoofdstuk drie wordt ingegaan op het belang van houtskoolonderzoek en welke prioriteit het houtskoolonderzoek onder de verschillende omstandigheden moet worden gegeven. Vervolgens wordt ingegaan op de vraagstellingen zoals die in het algemeen voor houtskoolonderzoek geformuleerd kunnen worden. Samengevat zijn die: 1. culturele informatie van verschillende aard, 2. vegetatiereconstructie, 3. houtskool als middel tot bepaling van conserveringsstaat van vindplaatsen, 4. houtskool als parameter in prospectieonderzoek. De voorwaarden waaraan het materiaal moet voldoen om op deze vragen antwoord te kunnen geven, worden behandeld in hoofdstuk vier. Het blijkt dat de mogelijkheden van interpretatie nauw verbonden zijn met de context van de sporen. Het materiaal uit sporen met concentraties houtskool (haarden, crematies, ovens enzovoort) geeft voornamelijk informatie over menselijk handelen. Voor vegetatiereconstructie komt vooral het materiaal uit sporen met een verspreide houtskool distributie (vloer- en loopvlakken, afvalkuilen en dergelijke) in aanmerking. In hoofdstuk vijf wordt ingegaan op de praktische zaken in het veld en laboratorium. Voor het veldwerk wordt per spoortype aangegeven welke vragen met dit materiaal beantwoord kunnen worden, hoe groot de monsters moeten zijn, en hoe het materiaal verwerkt moet worden. Voor het laboratoriumwerk is beschreven op welke verschijnselen het houtskool microscopisch bekeken kan worden en op welke wijze deze geregistreerd moeten worden. Voor dit laatste is een registratieformulier met handleiding gemaakt (Bijlage 1). Ten slotte wordt ten behoeve van de dataverwerking en interpretatie een kort overzicht gegeven van de kwalitatieve en kwantitatieve analysemethoden uit Amerikaanse literatuur over methoden en procedures bij botanisch onderzoek.

7.Literatuur

- Badal-Garcia, E. 1987. Sampling and Palaeoecological study based on the Neolithic charcoal of the "Cova de les Cendres" (Alicante, Spain). *Abstracts of the 1st European Conference on Wood and Archaeology*. Leuven.
- Badal-Garcia, Ernestina & Christine Heinz 1988. Methods in charcoal analysis. The study of prehistoric sites. IInd Deya Conference Archaeological Techniques and Theory, Deya. *BAR International Series*.
- Badal-Garcia, E., I Figueiral, C. Heinz & J.L. Vernet 1991. Charbons de bois archéologiques méditerranéens: de la fouille à l'interprétation. Palaeoethnobotany and Archaeology. International Work-Group for Palaeoethnobotany 8th Symposium, Nitra-Nové Vozokany 1989. *Acta Interdisciplinaria Archaeologica*, Tomus VII, 7-22.
- Buis, J. 1985. *Historia forestis. Nederlandse bosgeschiedenis*. 2 Delen. Utrecht.
- Castelletti, L. & A. Zimmerman, 19?. Seriation for a spatial factor. An interpretation of the distribution of wood species in a settlement as a hypothesis of the use of the settlements neighbourhood. In: *Pact 11 - II.3*, pp 111-118.
- Chabal, L. 1987. L'étude paléologique de sites protohistoric à partir des charbons de bois: dénombrements de fragments ou pesées? *Abstracts of the 1st European Conference on Wood and Archaeology*. Leuven.
- Groenman-van Waateringe, W. 1988. Bosbestanden en houtgebruik in West-Nederland, in: J.H.F. Bloemers (ed), *Archeologie en Oecologie van Holland tussen Rijn en Vlie*. Assen/Maastricht.
- Haaster, H. van 1994. De Oecologie van de Middeleeuwse Stad. Een archeologisch onderzoek naar de voedingseconomie en de milieuomstandigheden in en rond de middeleeuwse steden in Nederland. Concept sponsoringplan. Versie mei 1994.
- Hastorf Christine A., & Virginia S. Popper 1988. *Current Paleoethnobotany. Analytical Methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*. Chicago/Londen.
- Heinz, C. 1987. Palaeoecological study of a Prehistoric settlement "La Balma de l'Abeurador" (Hérault, France) during the Mesolithic and Neolithic transition based on charcoal analysis: first results. *Abstracts of the 1st European Conference on Wood and Archaeology*. Leuven.
- Kooistra, L.I. 1992. Houtskool Analyses. I. Houtskool uit een laat neolithische site te Zijpe (Noord-Holland). ROB Interne Rapporten nr. 4. Amersfoort.
- Kreuz, A. 1988. Holzkohle-Funde der ältestbandkeramischen Siedlung Friedberg - Bruchenbrücken: Anzeiger für Brennholz-Auswahl und lebende Hecken? In: H. Küster (ed.) *Der Prähistorische Mensch und seine Umwelt*. Stuttgart, p. 139-153.
- Kreuz, A. 1992. Charcoal from ten early Neolithic settlements in Central Europe and its interpretation in terms of woodland management and wildwood resources. In: *Bull. Soc. Bot. Fr.* 139, Actualités Botaniques (2/3/4), pp 383-394.
- Miller, Naomi F. 1988. Ratios in Paleoethnobotanical Analysis. In: Christine A. Hastorf & Virginia S. Popper (eds) *Current Paleoethnobotany. Analytical methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*. Prehistoric Archeology and Ecology Series. Chicago/Londen, 72-85.
- Nie, H.J.M. van, 1990. Ertswinning en ijzerproductie op de Veluwe. Aanzet tot nader onderzoek. Doctoraalscriptie IPP. Amsterdam.
- Pearsall, Deborah M. 1989. *Paleoethnobotany. A Handbook of Procedures*. Londen.

-
- Pawlikowa, Barbara 1974. *Sprawozdania Archeologiczne*, t. XXVI. Engels uittreksel.
- Popper, Virginia S. 1988. Selecting Quantitative Measurements in Paleoethnobotany. In: Christine A. Hastorf & Virginia S. Popper (eds) *Current Paleoethnobotany. Analytical methods and Cultural Interpretations of Archaeological Plant Remains*. Prehistoric Archeology and Ecology Series. Chicago/Londen, 53-71.
- Rijn, P. van, 1990. Hout van Romeins Valkenburg. Een aanzet tot onderzoek naar houtgebruik, -exploitatie en -bevoorrading van Praetorium Agrippinae. Doctoraal scriptie IPP. Amsterdam.
- Schweingruber, F.H. 1976. Prähistorisches Holz. Die Bedeutung von Holzfunden aus Mitteleuropa für die Lösung archäologischer und vegetationskundlicher Probleme. *Academica helvetica* 2. Bern.
- Schweingruber, F.H. 1978a. Vegetationsgeschichtlich-archaeologische Auswertung der Holzkohlenfunde mesolithischer Hohlsedimente Süddeutschlands. *Das Mesolithikum in Süddeutschland*. Teil 2: Naturwissenschaftliche Untersuchungen. Tübinger Monographien zur Urgeschichte 5/2. Tübingen.
- Schweingruber, F.H. 1978b. *Mikroskopische Holz Anatomie*. Birmensdorf.
- Shackleton, C.M. & F. Prins 1992. Charcoal Analysis and the "Principle of Least Effort" - A Conceptual Model. *Journal of Archaeological Science* nr. 19, 631-637.
- Taylor, M. 1981. Types of wood and their uses. Wood in Archeology, pp 45-55. *Shire Archaeology*. Nottinghamshire.

Handleiding bij het registratie formulier

Uit het registratieformulier zijn, naast de gebruikelijke gegevens als vindplaats, spoornummer en vondst- of monsternummer, de volgende gegevens direct af te lezen of indirect af te leiden:

1. verzamelwijze van het monster
2. volume grondmonster ten opzichte van het totaal aantal van het houtskool. Hieruit kan de concentratiedichtheid van het houtskool afgeleid worden
3. fractiegrootte van het houtskool. Dit geeft de mate van fragmentatie aan
4. aantallen bekeken fragmenten per fractie en van alle fracties samen en volgorde van bekijken. Dit maakt dat duidelijk is na hoeveel determinaties geen nieuwe soorten meer gevonden worden.
5. percentages bekeken/niet bekeken fragmenten in gewicht. Dit maakt de vergelijking mogelijk tussen monsters.
6. houtsoort
7. aan/afwezigheid schimmels/"pof"effect -> vers <> sprokkelhout
8. takhout <> stamhout
9. seizoen van kap
10. diverse overige informatie

ad 1. Verzamelwijze: troffel/zeef/floteren

ad 2. Volume: van totale grondmonster

ad 3. Fragmentatie: de grootte van de houtskoolfragmenten kan in het algemeen worden verdeeld in drie fracties.

fractie 1: door zeef met maasgrootte $> 2,5 < 5$ mm

fractie 2: door zeef met maasgrootte $\geq 5 < 10$ mm

fractie 3: alles groter dan 10 mm

In uitzonderingsgevallen kan een kleinere zeeffractie gebruikt worden.

ad 5. Gewicht: a. gewicht meten van alle houtskool per monster en per fractie van bekeken fragmenten van een monster. Dit laatste kan ingevuld worden in rij van laatste bekeken fragment van betreffende fractie.

ad 6. Houtsoort: in 4-letterige codering (zie bijgevoegde lijst), is minder werk bij het typen van de gegevens.

ad 7. Schimmels: aanwezigheid aangeven met "s".

"pof"effect: aangeven met "p"

ad 8. Kromming van jaarringen: indien zichtbaar, kan aangegeven worden in tekeningetje of anders aangeven met woorden "tak", "stam" of "brok"

ad 9. Seizoen: als laatste jaarring aanwezig is, aangeven of laatste cellen uit voorjaars/zomer-, of najaars/winterhout bestaan (code v / w).

ad 10. Bijzonderheden: hieronder kan alles vallen dat afwijkt en niet in de kolommen vermeld staat; bijvoorbeeld bewerkingssporen, wortel/knoesthout, houtworm, of dat het gemineraliseerd hout betreft.

Opslag van de gegevens

De gegevens worden per vindplaats opgeslagen in een database, die dezelfde velden heeft als het registratieformulier en waar naar keus velden aan kunnen worden toegevoegd, of die aan andere databases kunnen worden gekoppeld, bijvoorbeeld via spoor- of vondst-/monsternummer, met informatie over coördinaten, sporen, context enzovoort. Er is discussie gaande over de mogelijkheid de houtskoolgegevens op te nemen in RADAR, de relationele archaeobotanische database, die pas voor Nederland is opgezet en via welke contact kan worden gemaakt met ARCHIS voor gedetailleerde archeologische informatie, met de nationale botanische database (BBR) voor botanische informatie en met de Europese Pollen Database EPD, voor paleoecologische informatie.

Codering houtsoorten

<i>Abies alba</i>	abie	Pomoideae, type <i>malus/pyrus/crataegus</i>	malu
<i>Acer campestre</i>	ac.c	type <i>sorbus</i>	sorb
<i>Acer platanoides</i>	acpl	<i>Populus</i> sp.	popu
<i>Acer pseudoplatanus</i>	acps	<i>Prunus</i> , type <i>avium/cerasus</i>	pr.a
<i>Alnus glutinosa/incana</i>	alnu	type <i>padus</i>	pr.p
<i>Berberis vulgaris</i>	berb	type <i>armeniaca/persica</i>	prap
<i>Betula</i> sp.	betu	<i>spinosa</i>	pr.s
<i>Buxus sempervirens</i>	buxu	<i>Quercus</i> sp.	quer
<i>Calluna vulgaris</i>	call	<i>Rhamnus catharticus</i>	rham
<i>Carpinus betulus</i>	carp	<i>Ribes</i> sp.	ribe
<i>Castanea sativa</i>	cast	<i>Rosa canina</i>	rosa
<i>Cornus</i> sp.	corn	<i>Salix</i> sp.	sali
<i>Corylus avellana</i>	cory	<i>Sambucus</i> sp.	samb
<i>Empetrum nigrum</i>	empe	<i>Taxus baccata</i>	taxu
<i>Erica</i> sp.	eric	<i>Tilia</i> sp.	tili
<i>Evonymus europaeus</i>	evon	<i>Ulex europaeus</i>	ulex
<i>Fagus sylvatica</i>	fagu	<i>Ulmus</i> sp.	ulmu
<i>Fraxinus excelsior</i>	frax	<i>Viscum album</i>	visc
<i>Hippophae rhamnoides</i>	hipp		
<i>Ilex aquifolium</i>	ilex		
<i>Juniperus communis</i>	juni		
<i>Larix decidua</i>	lari		
<i>Ligustrum vulgare</i>	ligu		
<i>Lonicera</i> sp.	loni		
<i>Myrica gale</i>	myri		
<i>Picea abies</i>	pice		
<i>Pinus sylvestris</i>	pinu		

In sommige gevallen is het door de slechte kwaliteit of fragmentatie van het monster alleen mogelijk aan te geven of het kringporig of niet-kringporig hout betreft of zelfs alleen maar of het naaldhout dan wel loofhout is. Dit wordt aangegeven met de volgende codes:

kringporig (ring porous)	ring
niet-kringporig (diffuse porous)	diff
naaldhout (coniferous wood)	coni
loofhout (dicotyledon wood)	dico

FORMULIER HOUTSKOOL

BLZ.

VINDPLAATS :/CODE:.....

LABORATORIUM:

CONTEXT :

ANALIST :

SPOORNR :

DATUM :

VONDSTNR :

VERZAMELWIJZE :

VOLUME :/TOTAALGEWICHT HOUTSKOOL :.....

subnr	fractie	totaalgew.frac	houtsoort	schim- mels	tak/stam/ kromming j.r.	sei- zoen	bijzonderheden
	1.2.3	tie					