

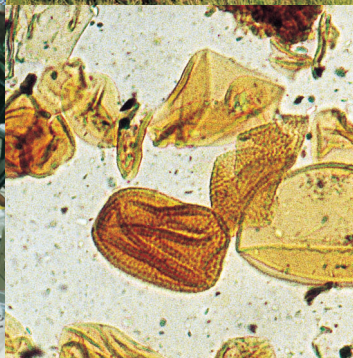
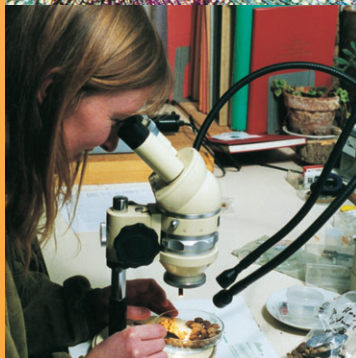
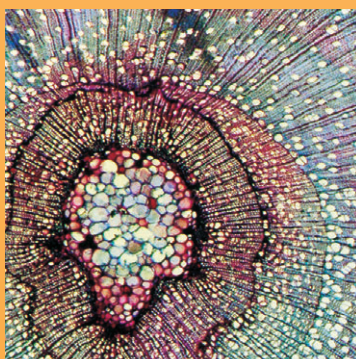
# BIAXiaal

215

## Paleobotanisch onderzoek aan materiaal uit drie waterputten uit de Bronstijd van de opgraving Looërenk (gemeente Zutphen)

D. G. van Smeerdijk  
K. Hänninen  
C. Vermeeren

December 2004



Onderzoeks- en Adviesbureau  
voor Biologische Archeologie en Landschapsreconstructie

## Colofon

**Titel:**

BIAXiaal 215

Paleobotanisch onderzoek aan materiaal uit drie waterputten uit de Bronstijd van de opgraving Looërenk (gemeente Zutphen).

**Auteur:**

D. G. van Smeerdijk, K. Hänninen & C. Vermeeren

**Opdrachtgever:**

Gemeente Zutphen

**ISSN:** 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 2004

**Correspondentie adres:**

BIAX *Consult*

Hogendijk 134

1506 AL Zaandam

tel: 075 - 61 61 010

fax: 075 - 61 49 980

e-mail: [BIAX@BIAX.nl](mailto:BIAX@BIAX.nl)

## 1. Inleiding

Op verzoek van de stadsarcheoloog van Zutphen, drs. M. Groothedde is door BIAX *Consult* palaeobotanisch onderzoek verricht aan monsters afkomstig uit drie waterputten van mogelijk Midden-Bronstijdouderdom uit de opgraving Zutphen-Looërenk.<sup>1</sup> De Looërenk is gelegen op een dekzandrug die in het Late Weichselien is ontstaan. Aan de oostzijde is de dekzandrug begrensd door een vochtige laagte (Rouwbroek) en aan de westzijde door het dal van de Ooijerhoekse Laak. Uit archeologisch onderzoek is bekend geworden dat er op de zandrug al bewoningssporen uit het Vroeg-Mesolithicum aanwezig zijn. Een aantal artefacten uit een nabij gelegen riviersysteem dateert tussen 9800 en 8700 BP. Het lijkt heel aannemelijk dat er gedurende een lange periode (Laat Neolithicum, Vroege tot Late Bronstijd, Vroege tot Late IJzertijd) menselijke activiteiten op de zandrug hebben plaatsgevonden. Er zijn geen aanwijzingen voor gebruik in de Romeinse Tijd en Vroege Middeleeuwen.

Doel van het botanisch onderzoek is informatie te verkrijgen over de vegetatie in en rond de nederzetting. Daarnaast is de menselijke invloed op het landschap onderzocht en is informatie verzameld over de voedingsgewoonten van de mens.

Bij het hout is geprobeerd om een antwoord te krijgen op de volgende vragen:

- a. welke houtsoorten zijn gebruikt?
- b. is het mogelijk om aan het hout zelf aanwijzingen voor hakhoutcultuur te traceren?
- c. zijn er in het jaarringpatroon, de jaarringdikte of het aantal jaarringen aanwijzingen te vinden voor selectie van hout uit beheerd dan wel natuurlijk bos, of is er sprake van *random* gekapt hout uit natuurlijke bosbestanden?

### 1.1 ACHTERGRONDINFORMATIE OVER DE WATERPUTTEN

De waterputten zijn aangetroffen in een oud ven midden op een zandrug waarop de enk zich heeft gevormd. De waterputten liggen vlak bij elkaar en reiken tot in de watervoerende laag.<sup>2</sup> Het ven is omringd door erven uit de Brons- en IJzertijd en door Mesolithische kampementjes. In het ven zelf zijn drie typen sporen aangetroffen, zoals graafspoortjes, die op basis van palynologische en stratigrafische argumenten mogelijk van Atlantische ouderdom zijn, drenkkuilen uit de Laat-Karolingische tijd, een periode dat het gebied ontbost werd ten behoeve van houtskoolproductie, en de drie waterputten. In alle drie de waterputten is grofgemagerd handgevormd aardewerk aangetroffen dat gedateerd kan worden in de Bronstijd.

De putten liggen op de zuidflank van het ven, dichtbij een Midden-Bronstijderf met drie gebruiksfasen. Een veronderstelling is dat deze fasen corresponderen met de drie waterputten. Waarschijnlijk is waterput spoor S10.000, waaruit monster M3820 afkomstig is, de oudste. Daarna volgen de waterputten spoor S10.381 (monster M3832 en M3833) en spoor S10.382 (monster M3838).

All drie de waterputten bevatten een houten constructie (= de put) onderin de kuil en hebben nagenoeg eenzelfde diameter: 2,5 meter. De dieptes variëren. Bij waterput S10.000 is geen constructie aangetroffen, maar de vondst van los aangepunt hout en afgesneden twijgen doet vermoeden dat de put wel ooit een vlechtwerkbeschoeiing heeft gehad. Dit hout is niet onderzocht. Waterput S10.381 heeft een houten beschoeiing en waterput S10.382 heeft twee houtconstructies: een vlechtwerkbeschoeiing met daarbinnen een constructie van gekloofde, aangepunte stammen.

<sup>1</sup> Centrumcoördinaat: ongeveer 213.30 x 462.90. Het hout en de macroresten zijn onderzocht door K. Hänninen en C. Vermeeren, de pollenmonsters door D.G. van Smeerdijk.

<sup>2</sup> Aanvullende gegevens aangereikt door B. Fermin 11-6-2004; Jong 2004.

## 2. Materiaal en methoden

### 2.1 MONSTERS VOOR HOUTONDERZOEK

Het hout is door de archeologen bemonsterd. Het door BIAX *Consult* onderzochte hout is afkomstig uit de waterputten spoor S10.381 (monster M3832) en spoor S10.382 (monster M3838). Van een aantal stukken zijn in Zutphen de bewerkingssporen bekeken door K. Hänninen. Van de meeste stukken hout was een smalle plak afgezaagd. Deze was wel geschikt voor soortbepaling en jaarringonderzoek, maar niet voor onderzoek naar bewerkingssporen. Op het laboratorium van BIAX *Consult* te Zaandam is het hout gedetermineerd en is, indien mogelijk, jaarringonderzoek gedaan. Daarbij is behalve naar het kapseizoen ook gekeken naar het aantal jaarringen en eventuele patronen. Dit is gedaan door vanaf het hart tot de schors een complete dwarscoupe te onderzoeken. Het aantal jaarringen is te tellen omdat er vlak voor de wintergroei-stop een ring van enkele kleine cellen gevormd wordt die als een grens te herkennen is. Bij sommige soorten, met name bij elms, bestaat echter het probleem dat de boom regelmatig valse jaarringen produceert, waarbij er soms twee of zelfs wel drie ringen per jaar worden afgezet. Dit is vaak moeilijk te herkennen, zodat enige voorzichtigheid moet worden betracht bij jaarringonderzoek aan deze soort.

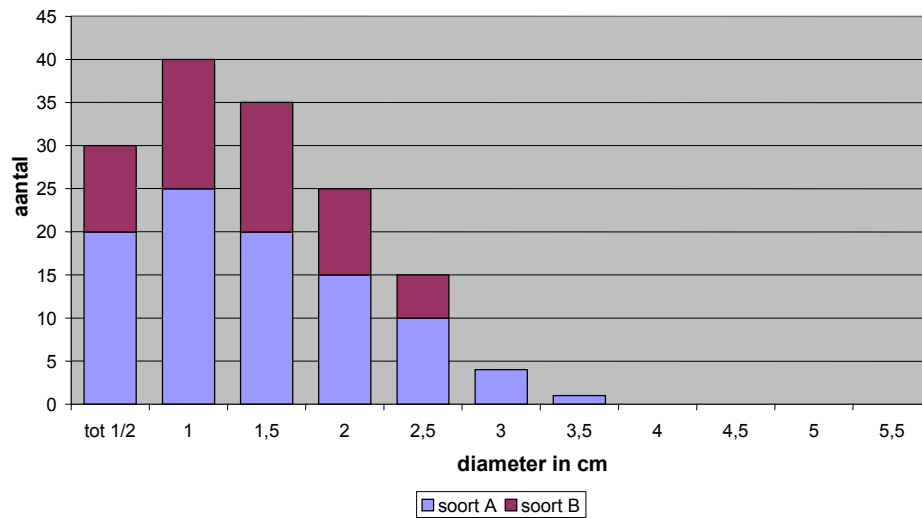
Bij het onderzoek naar de houtkeuze wordt gekeken naar de dikte en de leeftijd van het hout. Er spelen drie factoren een rol bij de houtkeuze: beschikbaarheid, kwaliteit en symbolische waarde. Hiervan is de laatste het moeilijkst vast te stellen. In het geval van het hier onderzochte hout uit waterputten wordt ervan uitgegaan dat het geen rol speelt. Er zijn dan drie mogelijkheden:

1. Beschikbaarheid is de belangrijkste factor. Dit resulteert in verschillende houtsoorten, diameters en aantallen jaarringen, omdat een willekeurige selectie wordt gemaakt uit het van nature beschikbare hout.
2. Keuze voor een hogere kwaliteit binnen wat beschikbaar is: de diameter en waarschijnlijk ook de houtsoort geven de doorslag.
3. De kwaliteit vormt de belangrijkste keuzefactor. Is deze niet goed genoeg binnen het beschikbare hout dan wordt een hogere kwaliteit gecreëerd door het hout (van bepaalde soorten) te beheren. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan het knotten van bomen waarbij lange, rechte stammen ontstaan of aan een korte knotcyclus waarbij buigzame takken voor vlechtwerk worden gecreëerd. Dit soort beheer van bosbestanden is voor een aantal soorten zeker al vanaf de Bronstijd vastgesteld.<sup>3</sup>

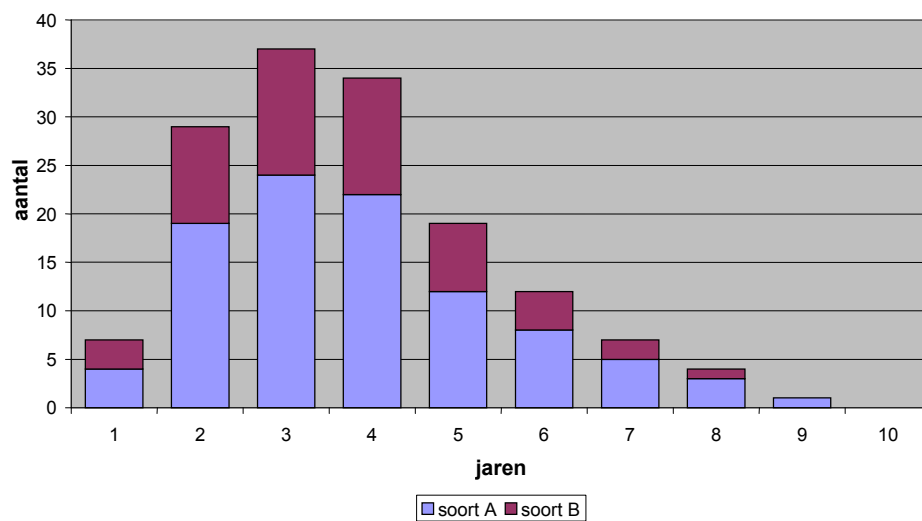
In het geval van situatie 1 krijgen we te maken met verschillende houtsoorten en een spreiding volgens een normaalverdeling bij de diameters en bij de leeftijdopbouw. In de tweede situatie vinden we één of hooguit enkele soorten van de gewenste diameter. Dit model is gevisualiseerd in *figuur 1* en *2*. Te zien is een keuze voor een kleine diameter, voornamelijk kleiner dan 2 cm (*figuur 1*). Bij één bepaalde diameter hoort niet altijd dezelfde leeftijd, er is altijd enige variatie in het aantal jaarringen dat in bijvoorbeeld een centimeter hout zit. Als het om kleine diameters gaat, zal de variatie een normaalverdeling laten zien met een kleine amplitude. Elke diameterklasse geeft zijn eigen normaalverdeelde grafiek die bij elkaar opgeteld dienen te worden. Het resultaat staat in *figuur 2*. In dit model heeft de leeftijdopbouw dus een iets scheve

---

<sup>3</sup> Gotjé & Vermeeren 1995.

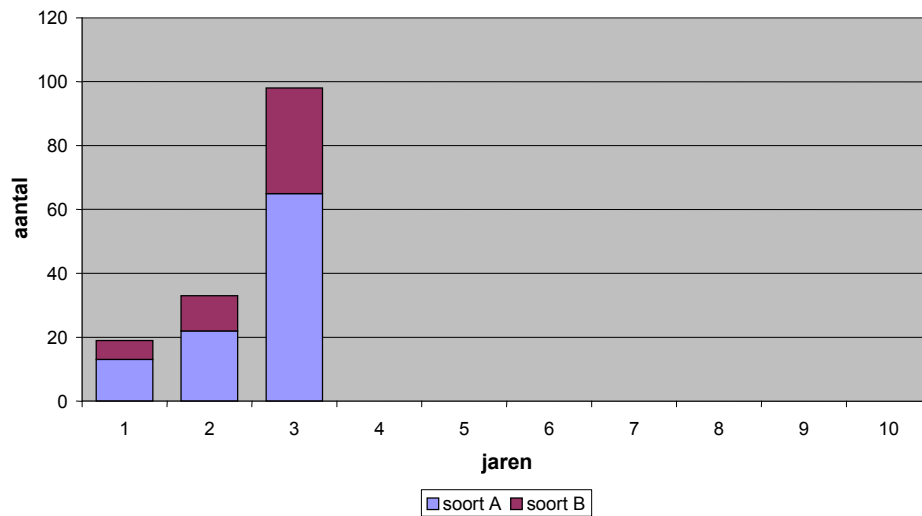


Figuur 1 Diameterkeuzemodel; fictieve diameterverdeling bij diameterkeuze uit wild houtbestand (N=150).



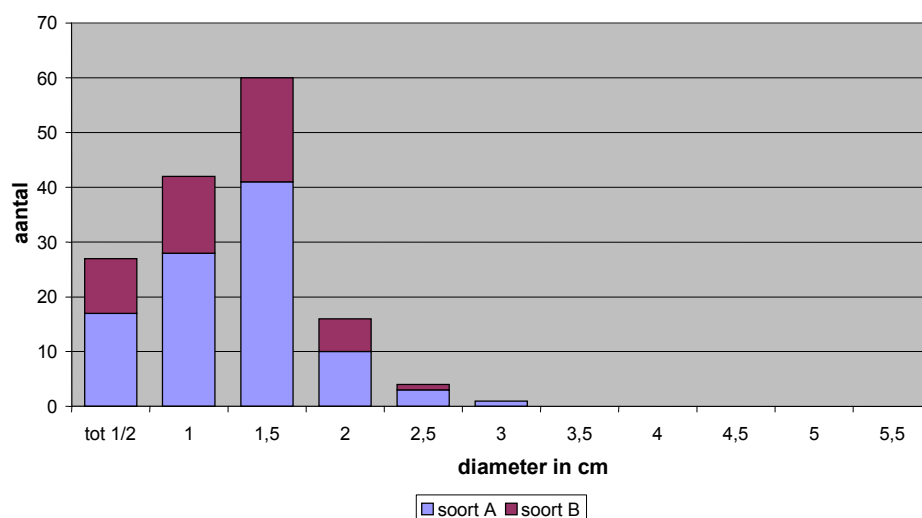
Figuur 2 Diameterkeuzemodel; fictieve leeftijdbouw bij diameterkeuze uit wild houtbestand (N=150).

normaalverdeling. Voor de derde situatie is een model gemaakt voor een beheerd bosbestand van twee soorten dat om de drie jaar gesnoeid of gekapt wordt. In *figuur 3* is te zien dat in dat geval vooral veel driejarig hout verwacht kan worden door een groeispruit na de kap. In het tweede jaar worden er veel minder takken gevormd, zodat het



Figuur 3 Beheermodel; fictieve leeftijdverdeling bij beheerd houtbestand (N=150).

aantal tweejarige takken ook lager ligt. Voor het derde jaar geldt dit ook, waarmee de eenjarige takken het laagst uitkomen. Na het eerste jaar zijn de takken al iets variabel in diameter en ontstaat er weer een normaalverdeling met een kleine amplitude. Voor het tweede jaar schuift die grafiek in zijn geheel op naar rechts, omdat alle takken iets dikker worden, met ook iets meer variatie. Bovendien moet er een kleinere normaalverdeling over een kleinere diameter van de nieuwe eenjarige takken bij opgeteld worden. Dit blijft zich herhalen tot er na drie jaar in dit model een gemiddelde diameter van 1,5 cm is bereikt met een iets scheve normaalverdeling zoals te zien is in *figuur 4*. De resultaten van het jaarringonderzoek zullen met deze modellen worden vergeleken.



Figuur 4 Beheermodel; fictieve diameterverdeling bij beheerd houtbestand (N=150).

## 2.2 MONSTERS VOOR MACRORESTENONDERZOEK

Tijdens de opgraving is per waterput circa 20 liter materiaal verzameld. Deze zadenmonsters zijn gedeeltelijk door de opgravers uitgewassen over een zeef van 1 mm. De zeefresidu's van deze monsters zijn in droge vorm aangeleverd. Het betreft de monsters M3820 (uit spoor S10.000), M3833 (uit spoor S10.381) en M3838 (uit spoor S10.382). Van deze monsters was nog een restant (circa 1 liter per waterput) over. Hieruit zijn eerst submonsters voor pollenonderzoek genomen, waarna ze door BIAX *Consult* gezeefd zijn over een set zeven met als kleinste maaswijdte 0,25 mm.

De residu's zijn in eerste instantie geïnventariseerd. Hierbij wordt met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 5x de conserveringstoestand, rijkdom en globale soortensamenstelling bepaald. Alle drie de monsters zijn geanalyseerd met een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 50x.<sup>4</sup>

## 2.3 MONSTERS VOOR PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

De aangeleverde monsters uit de waterputten (M3820 uit S10.000, M3833 uit S10.381 en M3838 uit S10.382) komen van zo diep mogelijk omdat verwacht mag worden dat daar de conservering het beste is. Bovendien geven de resultaten dan ook meer een beeld van de situatie ten tijde van het gebruik van de kuil/put, en niet van het dichtslibben na het in onbruik raken. Het materiaal was zeer zandig, hetgeen een reden was te veronderstellen dat er mogelijk onvoldoende pollenkorrels aanwezig zouden zijn. Daarom zijn betrekkelijk grote volumina (5 en 10 ml) verwerkt. De verwerking van de monsters is uitgevoerd op het Laboratorium Sedimentanalyse van de Faculteit der Aard- en Levenswetenschappen aan de Vrije Universiteit in Amsterdam. De monsters zijn volgens de standaardmethoden van bovengenoemd laboratorium verwerkt, met als modificatie de toevoeging van een bekende hoeveelheid sporen van een exoot (*Lycopodium*) ten einde de concentratie van de aanwezige microfossielen in het sediment te bepalen.<sup>5</sup> Alle drie de bewerkte monsters zijn geïnventariseerd, waarbij gelet is op pollenrijkdom, conservering, verontreiniging en telbaarheid. Na de inventarisatie is besloten het rijkste monster M3838 uit waterput S10.382 te analyseren. Het preparaat is geteld tot een boompollensom van minimaal 1200 is bereikt.

De relatieve bijdragen van de verschillende pollentypen en andere microfossielen zijn op twee manieren berekend. Eenmaal over een boompollensom ( $\sum AP$ ) en eenmaal over een totaalpollensom ( $\sum AP + \sum NAP$ ) van alle bomen en kruiden, behalve waterplanten en sporenplanten. Dit is gedaan om de resultaten beter vergelijkbaar te maken met ander pollenonderzoek. In het verleden lag de nadruk bij pollenonderzoek met name op de bosgeschiedenis, reden waarom destijds meestal een boompollensom werd gebruikt. Tegenwoordig wordt meestal een zogenaamde totaalpollensom van zowel bomen als kruiden gebruikt, met name in archeologische context.<sup>6</sup> In *bijlage 4* is te zien dat de verschillen tussen beide berekeningen klein zijn.

Tijdens de analyse en het doorkijken van het preparaat na het tellen zijn vele grote (>37  $\mu\text{m}$ ) pollenkorrels van grassen aangetroffen.<sup>7</sup> In deze categorie vallen ook de stuifmeelkorrels van granen. Om meer zekerheid te krijgen over de determinatie van deze graanachtige pollenkorrels zijn ze nader bekeken bij een sterkere vergroting en met behulp van fasecontrastlicht.

<sup>4</sup> De inventarisatie is verricht door C. Vermeeren, de analyse door K. Hänninen.

<sup>5</sup> Batchnummer 124.961.

<sup>6</sup> Een uitvoerige discussie over pollensomberekeningen valt buiten het kader van dit rapport.

Hiervoor wordt verwezen naar bijvoorbeeld Moore, Webb & Collinson 1991: 171.

<sup>7</sup> In totaal zijn 48 grote pollenkorrels van grassen aangetroffen, waarvan acht tijdens het tellen en veertig nadat de telling is gestopt en het preparaat nagelopen werd op pollentypen die nog niet eerder waren gezien.

### 3. Resultaten

#### 3.1 HOUTONDERZOEK

##### 3.1.1 *Houtsoorten*

De resultaten van het houtonderzoek staan in *bijlage 1*. Er is enige onduidelijkheid geweest over de spoor- en vondstnummers, omdat er soms verkeerde nummers op de kaartjes stonden, maar uiteindelijk bleek het materiaal afkomstig uit twee waterputten; spoor 10.381 (M3832) en spoor 10.382 (M3838). Er was verder één houtmonster zonder kaartje of nummer en een monster van een andere opgraving. Deze zijn niet bij het huidige onderzoek betrokken.

Uit de opgravingsdocumentatie blijkt dat het bij waterput S10.381 om een beschoeiing van kleine paaltjes gaat en bij waterput S10.382 om een beschoeiing uit twee delen, waarvan de buitenring uit vlechtwerk bestaat en de binnenring uit gekliefde, aangepunte paaltjes.

Er zijn vijf houtsoorten gevonden. Het hout van waterput S10.381 bestaat op één uitzondering na geheel uit kleine paaltjes van essenhout (*Fraxinus excelsior*). Het betreft vaak rondhout van kleine stammetjes of grote takken die in de bijlage zijn aangeduid met stamcode 1. De diameters zijn 5,5 tot 9 cm. Tweemaal is mogelijk gekliefd hout gebruikt, bij de subnummers 8 (een kwart stam) en 17 (een halve stam), maar omdat niet de hele palen zijn gezien (deze waren al afgevoerd) maar alleen de punt, kan hierover geen zekerheid worden verkregen. De uitzondering op het essenhout is een klein paaltje van els (*Alnus*). Daarnaast is tweemaal een takje van hazelaar (*Corylus avellana*) gevonden.<sup>8</sup> Tijdens het veldwerk is waargenomen dat takken gebruikt waren in de vlechtwerkconstructie. Deze twee takjes kunnen afkomstig zijn van dit vlechtwerk.

Waterput S10.382 bestaat voornamelijk uit elzenhout. Ook hier is hout van de hazelaar aangetroffen. Dit behoorde duidelijk tot de structuur van de put zelf, namelijk tot het vlechtwerk van de buitenste ring. Tussen het hout uit dit vlechtwerk werd, naast de hazelaartakken en wat elzentakken, ook een fijn bewerkte steel of pin aangetroffen van hout van appelachtigen (Pomoideae). In deze groep zijn appel, peer en meidoorn vertegenwoordigd, welke op houtanatomische kenmerken niet uit elkaar zijn te houden. Deze groep is geliefd als materiaal voor gereedschapstelen. Voor zover aangegeven op de kaartjes lijkt de binnenring geheel uit gekliefde paaltjes van els te bestaan die tenminste deels zijn aangepunt. Van niet alle stukken zijn echter de punten gezien. Tenslotte is er tweemaal hout van de eik (*Quercus*) gevonden. Dit zijn de subnummers 6 en 7, respectievelijk een aangepunte paal uit een klein deel van een grotere boom en een tangentiale plank waaraan nog spinthout zichtbaar was.

##### 3.1.2 *Houtbewerking*

Over de bewerkingssporen is niet veel te zeggen omdat in de meeste gevallen slechts gedeelten van de stukken hout en niet de complete stukken zijn gezien. Het deel dat wel bestudeerd is, laat punten zien die vaak lang zijn, met over het algemeen iets rafelige, kleine, holle facetten die kenmerkend zijn voor wat dickere bijlen van steen of brons. Van paal 3838.27 uit waterput S10.382 werd een rechte bijlsnede opgetekend van minimaal 5 cm. De aanwezige klieving is meestal grof en zelfs deels gescheurd. Er is echter één fijner bewerkt voorwerp gevonden tussen het hout van de waterputten en dat betreft een rondom zeer fijn ontschorste steel of pin van hout van appelachtigen. Dit bewerkte voorwerp is na telefonisch overleg teruggestuurd naar Zutphen om te laten fotograferen/tekenen. Het wordt momenteel geconserveerd.

<sup>8</sup> Waarschijnlijk waren dit twee delen van hetzelfde takje, gezien de identieke jaarringpatronen en diameter.

### 3.1.3 Jaarringonderzoek

Er zijn verschillende vormen van jaarringenonderzoek mogelijk. Ten eerste kan er daterend onderzoek mee worden verricht. Voor dendrochronologische datering zou het eikenhout geschikt zijn, met name omdat er ook spinhout aanwezig is, maar helaas hadden de stukken veel te weinig jaarringen.<sup>9</sup> Daarnaast is het mogelijk om <sup>14</sup>C-dateringen uit te laten voeren. Dit kan enerzijds door van een houtmonster een aantal submonsters te nemen op een bekend aantal jaren van elkaar (zogenaamde *wiggle match* datering). Ook hiervoor zijn echter veel jaarringen nodig en die zijn in het materiaal niet aangetroffen. Anderzijds is het mogelijk de laatst gevormde jaren van rondhout te bemonsteren en daarvan een heel gerichte <sup>14</sup>C-datering te laten uitvoeren. Omdat reeds van materiaal uit een nabijgelegen boerderij <sup>14</sup>C-dateringen waren uitgevoerd, is er hier van verdere datering afgezien.

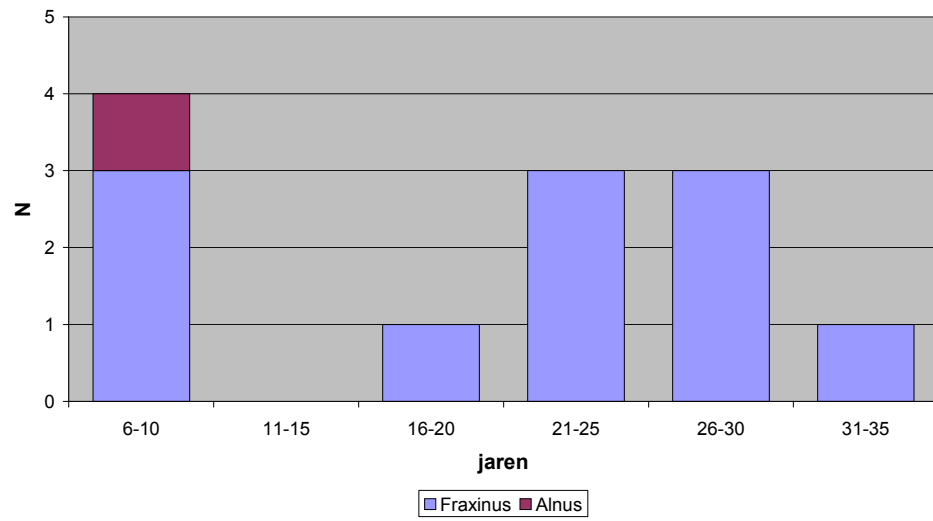
Naast bovengenoemd daterend onderzoek kan er aan jaarringen ook onderzoek gedaan worden om informatie te verkrijgen over het gebruik van het hout uit beschikbare bosbestanden. Zo kan bijvoorbeeld het kapseizoen soms worden vastgesteld en kunnen bij voldoende materiaal aanwijzingen worden gevonden over een eventueel beheer van de bosbestanden. Voor sommige houtsoorten is dat betrekkelijk eenvoudig. Dit is bijvoorbeeld het geval bij kringporige loofhoutsoorten zoals es, waarbij in het voorjaar zeer veel grote houtvaten worden gevormd en in de zomer veel minder en ook kleinere. Ook bij sommige verspreidporige loofhoutsoorten zoals els is de bepaling van het kapseizoen vaak nog mogelijk, omdat er in de loop van het jaar weliswaar overal evengrote, maar meestal steeds minder houtvaten worden gevormd.

In waterput S10.381 is voornamelijk essenhout aangetroffen dat opvallend veel in de winter of mogelijk in de herfst gekapt is. De enige duidelijke uitzondering in deze put zijn de hazelaartakken die in het voorjaar van de boom gehaald zijn. Het is goed mogelijk dat de takken enkele maanden te roten zijn gelegd voor gebruik als vlechtwerk later dat jaar. In waterput S10.382 zijn geen houtresten van essen gevonden. Toch is het een aantal malen gelukt om van de elzen en hazelaar, met name bij het vlechtwerk, het kapseizoen vast te stellen, en wel op (vroeg) voorjaar tot zomer. Er lijkt hier geen verschil te zijn tussen de staanders en het vlechtwerk. In al het onderzochte hout kon helaas geen opvallend jaarringpatroon worden ontdekt.

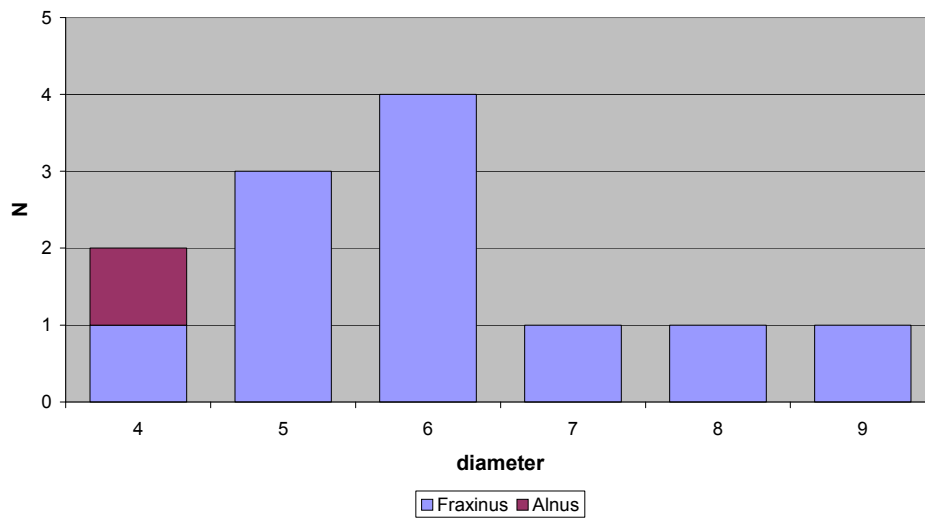
Om te achterhalen of er sprake was van beheer in de gebruikte bosbestanden, is er gekeken naar de leeftijdsopbouw en de dikte van de gebruikte twijgen. Hiervoor zijn de twee waterputten apart bekeken. In *figuur 5* staat de leeftijdsopbouw van twaalf palen uit waterput S 10.381. De bijbehorende diameterverdeling is te zien in *figuur 6*. Vergelijken we de resultaten met de theoretische modellen in het hoofdstuk methode, dan lijkt er in eerste instantie geen sprake te zijn van de eerste mogelijkheid: keuze voor beschikbaarheid. Bij een houtkeuze slechts gebaseerd op beschikbaarheid zouden er namelijk meer houtsoorten verwacht worden en zijn zowel de grafieken van de leeftijdsopbouw als de dikte normaalverdeeld. Vergelijken we de resultaten van de diameterverdeling met de modellen zoals weergegeven in *figuur 1* en *4* dan zien we een opvallende gelijkensis met het beheermodel. Vergelijking van de leeftijdsopbouw met het beheermodel (*figuur 3*) laat echter geen enkele overeenkomst zien. Er is evenwel ook geen gelijkensis met het diameterkeuzemodel (*figuur 2*). Het aantal gebruikte palen is waarschijnlijk gewoon te klein om met zekerheid te kunnen vaststellen of we hier met beheer of diameterkeuze te maken hebben.

---

<sup>9</sup> Voor een betrouwbare statistiek zijn minimaal zestig jaarringen nodig.



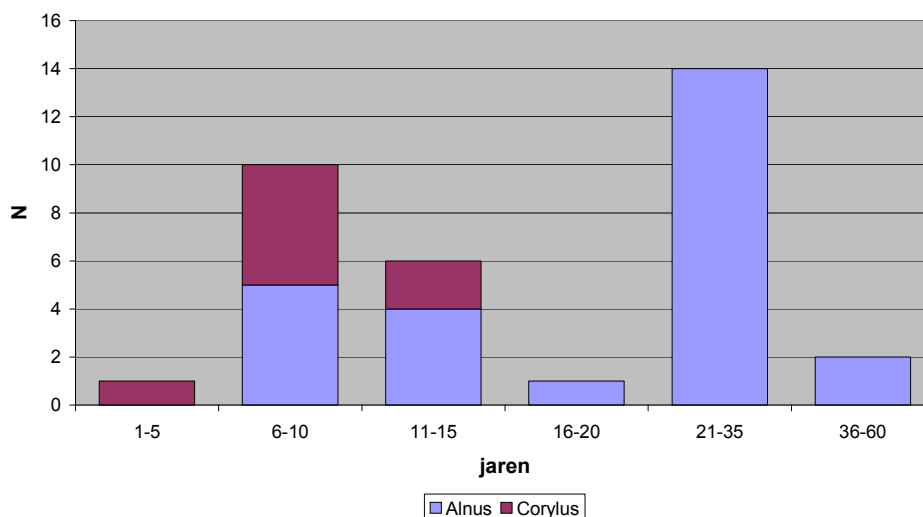
Figuur 5 Zutphen-Looërenk, leeftijdsopbouw hout waterput S10.381 (N=12).



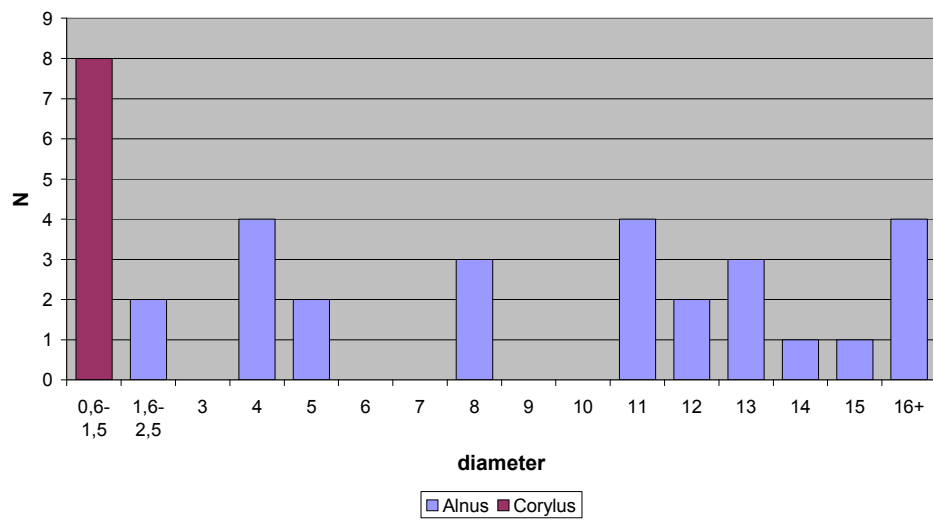
Figuur 6 Zutphen-Looërenk, diameterverdeling hout waterput S10.381 (N=12).

Bij de andere waterput hebben we met meer hout te maken. In totaal zijn er 34 stukken hout beschikbaar voor de vergelijking van de leeftijdsopbouw, weergegeven in *figuur 7*, en de diameterverdeling in *figuur 8*. De leeftijdsverdeling laat duidelijk zien dat er geen beheer heeft plaatsgevonden. Er is een opvallende piek bij de groep 21-35 jaar, maar dit is een samengestelde groep voor de paaltjes waar de jaren niet precies te tellen waren en die zijn ingeschat op enkele tientallen (<+). De kolom 35-60 jaar vertegenwoordigt de twee paaltjes die tientallen (++) jaarringen hadden. Als dit deel van de grafiek op dezelfde schaal zou kunnen worden uitgezet als de andere kolommen (namelijk per 5 jaar) zou de piek waarschijnlijk verspreid zijn over diverse kolommen.

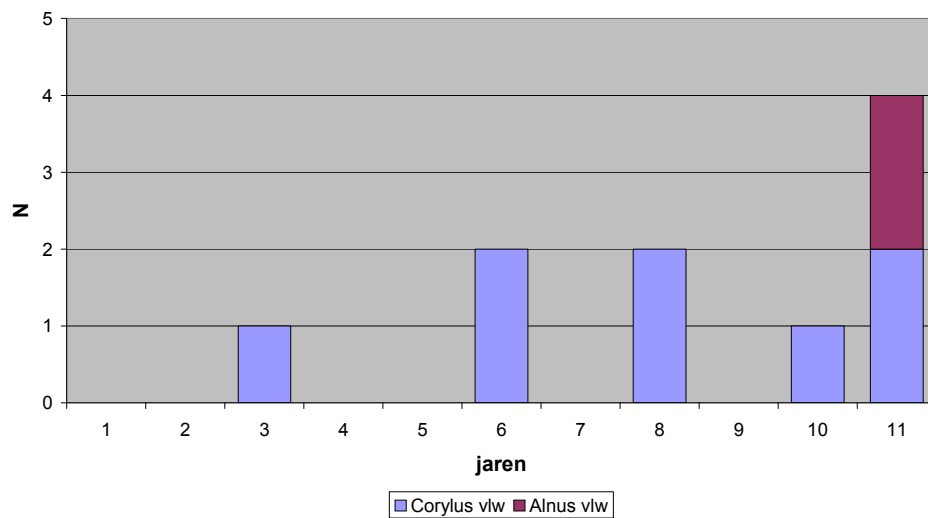
Er moet verder rekening gehouden worden met het feit dat we te maken hebben met een mix van de staanders en het vlechtwerk, wat het beeld vertroebelt. Het geeft een zuiverder beeld als we die twee scheiden en dan is met name het vlechtwerk iets waar beheer of diameterkeuze een belangrijke rol gespeeld zou kunnen hebben. In *figuur 9 en 10* zijn deze gegevens uitgezet. Hier treedt echter hetzelfde probleem op als in de andere waterput, namelijk dat het aantal te laag is om goede conclusies te kunnen trekken. Daarom keren we toch terug naar het totaalbeeld. In de figuur van de leeftijdsverdeling kunnen we zien dat de eerste drie kolommen het vlechtwerk van els en hazelaar vertegenwoordigen. Datzelfde kunnen we herkennen in de eerste twee kolommen in de figuur van de diameterverdeling: Voor het vlechtwerk is er een logische keuze voor een kleine diameter, waarbij de gebruikte hazelaartakken kleiner zijn dan de elzentakken. De rest lijkt bijna willekeurig. Waarschijnlijk hebben we hier toch te maken met een situatie waarin de beschikbaarheid van het geschikte hout de belangrijkste factor is, ook al vertonen de uitgezette resultaten geen normaalverdeling zoals in theorie verwacht zou worden.



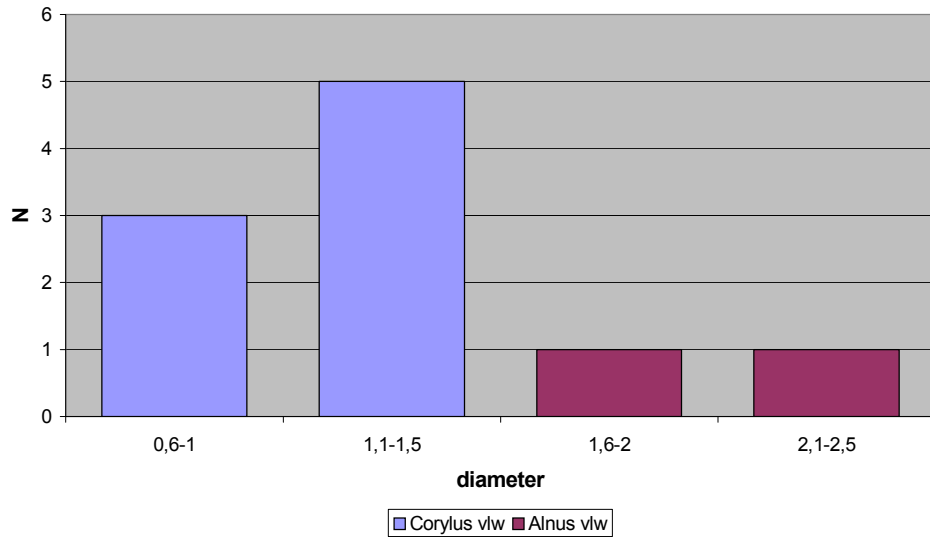
*Figuur 7* Zutphen-Looërenk, leeftijdsverdeling van het hout uit waterput S10.382 (N=34).



Figuur 8 Zutphen-Looërenk, diameterverdeling van het hout uit waterput S10.382 (N=34).



Figuur 9 Zutphen-Looërenk, leeftijdverdeling van hout van vlechtwerk uit waterput S10.382 (N=10).



Figuur 10 Zutphen-Looërenk, diameterverdeling van hout van vlechtwerk uit waterput S10.382 (N=10).

Een andere manier om de gegevens weer te geven is door de diameter en het aantal jaren tegen elkaar uit te zetten. Hierbij is te zien wat het verband tussen deze twee is. Bij een lineair verband tussen diameter en leeftijd zou hier een rechte lijn ontstaan. In natuurlijke omstandigheden is er echter altijd variatie, zodat dit niet te verwachten is. Van de twee modellen zijn de hypothetische basisgegevens op dezelfde wijze uitgezet. Dit levert voor het model van de diameterkeuze *tabel 1* op en voor het beheermodel *tabel 2*. Voor de

Tabel 1 Diameterkeuzemodel: theoretische verhoudingen tussen leeftijd en dikte bij diameterkeuze uit een wild houtbestand.

Diameter \ Jaren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	som
tot 0,5	5	<b>18</b>	5	2	.	.	.	.	.	30
1	2	8	<b>21</b>	8	1	.	.	.	.	40
1,5	.	2	8	<b>16</b>	7	2	.	.	.	35
2	.	1	2	6	<b>8</b>	5	2	1	.	25
2,5	.	.	1	2	3	<b>4</b>	3	2	.	15
3	.	.	.	.	.	1	<b>2</b>	1	.	4
3,5	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
som	7	29	37	34	19	12	7	4	1	150

Tabel 2 Beheermodel: theoretische verhoudingen tussen leeftijd en dikte bij een beheerd houtbestand.

Diameter \ Jaren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	som
tot 0,5	<b>12</b>	8	7	.	.	.	.	.	.	27
1	6	<b>15</b>	21	.	.	.	.	.	.	42
1,5	1	7	<b>52</b>	.	.	.	.	.	.	60
2	.	2	<b>14</b>	.	.	.	.	.	.	16
2,5	.	1	<b>3</b>	.	.	.	.	.	.	4
3	.	.	<b>1</b>	.	.	.	.	.	.	1
3,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
4,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
5,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0
som	19	33	98	.	.	.	.	.	.	150

resultaten van waterput S10.381 zien we ook bij deze wijze van uitzetten (*tabel 3*) dat er te weinig data zijn. In *tabel 4*, met de resultaten van het vlechtwerk uit de andere waterput, is dit eveneens te zien. Wel kunnen we constateren dat het gaat om voornamelijk kleine diameters en elfjarige takken, echter niet in combinatie. De gegevens van het vlechtwerk en de staanders tezamen staan in *tabel 5*, waaruit we kunnen aflezen dat het vlechtwerk vooral uit 6-10 (11) jarig hout bestaat met diameters van met name 0,6-1,5 cm. De staanders zijn zeer verdeeld met een piek in de al eerder besproken grote groep van <++ jaarringen.

Tabel 3 Zutphen-Looërenk, vergelijking van de diameter en jaren van hout uit waterput S10.381 (vondstnummer 3832).

Diameter \ Jaren	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	som
4	<b>2</b>	.	.	.	.	.	2
5	1	.	.	1	1	.	3
6	.	.	.	<b>3</b>	1	.	4
7	1	.	.	.	.	.	1
8	.	.	.	.	.	1	1
9	.	.	.	.	1	.	1
som	1	.	.	.	1	1	12

**Tabel 4** Zutphen-Looërenk, vergelijking van de diameter en jaren van hout van vlechtwerk uit waterput S10.382 (vondstnummer 3838).

Diameter \ Jaren	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	som
1	.	.	1	.	.	<b>2</b>	.	.	.	.	.	3
1,2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	2
1,3	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
1,4	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	1
1,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
2,5	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1
som	.	.	1	.	.	2	.	2	.	1	4	10

**Tabel 5** Zutphen-Looërenk, vergelijking van de diameter en jaren van hout uit waterput S10.382 (vondstnummer 3838, totaal staanders en vlechtwerk).

Diameter \ Jaren	1-5	6-10	11-15	16-20	21-35	36-60	som
0,6-1,5	1	<b>5</b>	2	.	.	.	8
1,6-2,5	.	.	2	.	.	.	2
3	.	.	.	.	.	.	0
4	.	<b>4</b>	.	.	.	.	4
5	.	1	1	.	.	.	2
6	.	.	.	.	.	.	0
7	.	.	.	.	.	.	0
8	.	.	.	.	3	.	3
9	.	.	.	.	.	.	0
10	.	.	.	.	.	.	0
11	.	.	.	.	<b>4</b>	.	4
12	.	.	.	.	2	.	2
13	.	.	1	.	2	.	3
14	.	.	.	.	1	.	1
15	.	.	.	.	1	.	1
16+	.	.	.	1	1	2	4
som	1	10	6	1	14	2	34

### 3.2

#### ZADENONDERZOEK

Uit de inventarisatie blijkt dat alle drie de monsters relatief veel onverkoelde zaden bevatten. Aangezien de monsters klein zijn, is besloten ze alle drie te analyseren. De resultaten staan in *bijlage 2*. De wilde planten zijn in groepen verdeeld op basis van de standaardlijst van de Nederlandse Flora.<sup>10</sup>

<sup>10</sup> Tamis *et al.* 2004.

In het monster M3838 uit waterput S10.382 zijn enkele verkoolde korrels en een aarspilfragment van gerst (*Hordeum vulgare*) aangetroffen. Tijdens de eerste dorsronde wordt de aarspil in stukjes gebroken. De graankorrels worden van de aarspilfragmenten gescheiden en in deze vorm verhandeld (indien gewenst). De vondst van het aarspilfragment kan dan ook betekenen dat de gerst in de omgeving van de vindplaats is verbouwd.<sup>11</sup>

Uit de categorie noten en fruit zijn zaden/vruchten van braam (*Rubus fruticosus*, M3838), waarschijnlijk framboos (*Rubus cf. idaeus*, M3820), hazelnoot (*Corylus avellana*, M3820) en appel/peer (*Malus/Pyrus*, M3838) aangetroffen. Alle vruchten zijn waarschijnlijk in het wild verzameld.

In de monsters zijn veel zaden van (akker)onkruiden gevonden. Deze soorten groeiden op pas omgewerkte grond, zoals in akkers en moestuinen. De zaden ervan zullen samen met het graan of andere cultuurgewassen op de vindplaats terecht zijn gekomen. De gevonden soorten kunnen alle in de omgeving van Zutphen hebben gegroeid en wijzen daarmee niet op import van cultuurgewassen uit andere milieus.

Met name in waterput S10.000 zijn zaden van pionierplanten gevonden die veel op natte, zeer voedselrijke (met name stikstof) grond worden aangetroffen. Het stikstofgehalte rond menselijke nederzettingen is door de aanwezigheid van grote hoeveelheden verterend afval vaak hoog, waardoor de omgeving geschikt is voor deze vegetaties.<sup>12</sup> De beide dominant aanwezige *Persicaria*-soorten wijzen op pioniervegetaties van zeer voedselrijke bodem. Hun standplaats is open en stikstofrijk. Waterpeper (*Persicaria hydropiper*) wordt door het vee gemeden vanwege de branderige smaak. Op de zandgronden is het verschijnen van waterpeper een teken van het binnendringen van water met meststoffen en in akkers wijst zijn aanwezigheid op verslemping. De zachte duizendknoop (*Persicaria mitis*) is sterker aan minerale grond gebonden en mijdt sterk zure grond. Deze soort groeit veel in drooggevalen drinkpoelen, of op vochtige verlaten akkers. Beide soorten komen vaak samen voor.<sup>13</sup> Zij zijn karakteristiek voor het open en modderige terrein rondom de waterput.

De tweede groep van pionierplanten (tredplanten) komt met name voor op vochtige, zeer voedselrijke en (sterk) betreden bodem.<sup>14</sup>

Ook de water- en oeverplanten zijn vertegenwoordigd in de onderzochte monsters. Deze groeien op permanent natte plaatsen met voldoende aanbod aan voedingsstoffen. Waarschijnlijk hebben ze aan de modderige randen van de waterputten gestaan. De wolfspoot (*Lycopus europaeus*) waarvan relatief veel zaden zijn gevonden, is een plant die juist op stikstofrijke, modderige oevers vaak te vinden is. Ook de grote brandnetel die vanwege het gehanteerde systeem van ecologische groeiering staat ingedeeld bij bos- en struweelplanten, is een echte stikstofliehebber die op weinig betreden plaatsen vlakbij de waterput kan hebben gestaan. De watervlo-eieren die in alle onderzochte monsters zijn aangetroffen, wijzen er op dat de contexten waaruit ze afkomstig zijn inderdaad waterhoudend waren.

De aanwezigheid van graslandplanten, zoals gewone en/of glanzende hoornbloem (*Cerastium fontanum*), water- en/of akkermunt (*Mentha aquatica/arvensis*), klaver (*Trifolium*) en gewone waternavel (*Hydrocotyle vulgaris*) is een aanwijzing voor grasland in de directe omgeving van de waterputten. Het aantal vondsten van graslandplanten is eigenlijk te klein om betrouwbare uitspraken over de aarde van het grasland mogelijk te maken. De beide muntsoorten en de waternavel kunnen echter vaak worden aangetroffen in graslanden waar sprake is van wisselende waterstand, bijvoorbeeld aan de oevers van vennen.

<sup>11</sup> Hillman 1984.

<sup>12</sup> Weeda *et al.* 1998.

<sup>13</sup> Weeda *et al.* 1985: 141.

<sup>14</sup> Sykora *et al.* 1996.

### 3.3 PALYNOLOGISCH ONDERZOEK

De resultaten van de polleninventarisatie staan in *bijlage 3*. De resultaten van de pollenanalyse zijn opgenomen in *bijlage 4*. De pollentypen zijn zo gerangschikt dat ze min of meer duidelijke vegetatiekundige eenheden vormen, waarbij rekening is gehouden met de gesteldheid van de bodem.<sup>15</sup>

#### 3.3.1 *Cultuurgewassen*

In *bijlage 5* is een overzicht gegeven van de aangetroffen grote pollenkorrels van grassen. In deze tabel zijn diverse meetgegevens opgenomen, gebaseerd op de criteria zoals die door Küster zijn opgesteld.<sup>16</sup> Op basis van deze criteria kunnen 39 pollenkorrels geplaatst worden in het Cerealia-type. Bij fasecontrastlicht is het mogelijk binnen het Cerealia-type een nuancering aan te brengen doordat er min of meer duidelijke verschillen in oppervlaktestructuur waarneembaar zijn. Op deze wijze zijn de meeste pollenkorrels uit de selectie opgesplitst over het *Avena*-type, *Hordeum*-type en *Triticum*-type.<sup>17</sup> In *bijlage 4* zijn de getelde pollenkorrels opgenomen in het Cerealia-type.

Het pollen van het *Hordeum*-type kan heel goed afkomstig zijn van gerst (*Hordeum vulgare*) en het pollen van het *Triticum*-type is waarschijnlijk afkomstig van broodtarwe (*Triticum aestivum*) of emmertarwe (*Triticum dicoccon*). Het pollen van het *Avena*-type is waarschijnlijk niet afkomstig van gecultiveerde haver (*Avena sativa*), maar van het akkeronkruid oot (*Avena fatua*). Er zijn sterke aanwijzingen dat oot in de prehistorie als onkruid tussen emmertarwe en gerst optrad. Er bestaat namelijk een sterke correlatie tussen het voorkomen van oot en het voorkomen van emmer en gerst in grondmonsters uit Nederlandse prehistorische context. Daarbij komt dat vondsten van echte haver uit de Nederlandse prehistorie bijzonder zeldzaam zijn.<sup>18</sup> In slechts één geval is een haverkorrel met zekerheid gedetermineerd als afkomstig van echte haver. Deze korrel werd in de Vroege/Midden IJzertijd gedateerd.<sup>19</sup>

Van de overige pollenkorrels zijn er enkele als grassen (Poaceae) aangemerkt op basis van een porediameter kleiner dan 4 µm. Conform de door Küster opgestelde determinatiesleutel komen de volgende geslachten of soorten binnen de grassen in aanmerking: vingergras (*Digitaria*), gierst (*Panicum*), frans raaigras (*Arrhenaterum*), dreps (*Bromus secalinus*), zachte dravik (*Bromus mollis*), kweek (*Elytrigia repens*) en liesgras (*Glyceria maxima*). Uit deze opsomming blijkt dat het pollen ook van pluimgierst (*Panicum miliaceum*) afkomstig kan. Pluimgierst is een cultuurgewas dat in de Bronstijd zijn intrede deed in de Nederlandse landbouw.

#### 3.3.2 *Wilde planten*

In het vorige rapport over onderzoek aan de inhoud van waterputten van de Looërenk is de complexiteit van pollenonderzoek uit waterputten uiteengezet. In dit rapport gaan we

<sup>15</sup> Tamis *et al.* 2004.

<sup>16</sup> Küster 1988. Traditioneel worden pollenkorrels van grassen groter dan 37 µm gerekend tot het pollen van granen, maar deze categorie is groot en omvat ook pollen van allerlei wilde grassen. Küster heeft om een beter onderscheid te maken ook naar de diameter van de pore, de diameter van de annulus en naar de oppervlaktestructuur gekeken. Hij heeft de volgende criteria voor graanpollen opgesteld:

- diameter van de pollenkorrel is 40 µm of groter, maar als de andere kenmerken ook in de richting van graanpollen gaan, kunnen ook wat kleinere pollenkorrels er toe gerekend worden,
- diameter van de pore moet minstens 4 µm bedragen,
- diameter van de annulus is minstens twee maal zo groot als de diameter van de pore,
- in dwarsdoorsnede is er tussen de annulus en het overige deel van de pollenwand een duidelijke, 'uitspringende' begrenzing aanwezig.

<sup>17</sup> Grohne 1957.

<sup>18</sup> Bron: Archeobotanische database RADAR.

<sup>19</sup> Van den Broeke 1985.

daarom niet verder in op deze zaken, maar beperken we ons tot de interpretatie van de nieuwe resultaten.<sup>20</sup>

Het pollenspectrum wordt gedomineerd door het pollen van bomen (meer dan 85% van het totaal aanwezige pollen), met name dat van de eik en de els. Maar ook de linde (*Tilia*), iep (*Ulmus*) en hazelaar (*Corylus avellana*) vertonen vrij hoge waarden. De aanwezigheid van pollen van maretak en klimop en het hoge percentage boompollen (o.a. eik, linde en iep) lijkt erop te wijzen dat we hier te maken hebben met een vegetatiebeeld uit het Laat-Atlanticum of Subborea (Laat-Mesolithicum tot Neolithicum). Dit is eigenlijk te oud, aangezien verwacht werd dat we te maken hebben met materiaal uit de Midden-Bronstijd. De aanwezigheid van een weinig pollen van de beuk wijst erop dat het pollenspectrum een periode jonger dan 5000 BP (Neolithicum of jonger) representeert, wat beter overeenkomt met de verwachting. De elzen samen met wilgen en mogelijk ook wat berken zijn onderdeel van de elzenbroekbossen op de natte voedselrijke gronden. Hiervoor komen beekdalen in aanmerking of randen van hoogvenen.

De eik samen met de linde, iep, es en esdoorn vertegenwoordigen de gemengde loofbossen op de drogere gronden, met hazelaar in de bosrand. Het hoge aandeel van boompollen is een belangrijke indicatie voor de aanwezigheid van een vrij gesloten bos.

Uit pollenonderzoek in recente vegetaties is gebleken dat boompollenpercentages van minder dan 25% duiden op een open landschap. Bij een percentage van meer dan 55% is sprake van bos, terwijl bij een percentage tussen 25 en 55% sprake is van open bos of een bosrandsituatie.<sup>21</sup> Uit het in de waterput aangetroffen boompollenpercentage van ruim 85% kunnen we dus afleiden dat er van een vrij gesloten bos sprake moet zijn geweest.

De ondergroei van het bos bestond onder andere uit varens, nagelkruid en waarschijnlijk wat grassen. Belangrijke andere planten in deze bossen zijn de al eerder genoemde klimop en maretak. Bovengenoemde loofbossen zullen meer op de voedselrijke gronden gestaan hebben. Berken en wat eiken vertegenwoordigen de armere gronden.

Het is niet goed aan te geven of we hier werkelijk met een Atlantisch/Subborea bos te maken hebben of dat het spectrum de bosvegetatie vertegenwoordigt uit de beginfase van de waterput. In het eerste geval is de onderzochte vulling gecontamineerd met ouder materiaal. In de discussie wordt hier verder op ingegaan.

Het niet-boompollen wordt verondersteld afkomstig te zijn van de omringende vegetaties uit de periode dat de waterputten in gebruik waren. De planten vertegenwoordigd door dit pollen zijn te verdelen over een aantal min of meer duidelijke vegetatietypen:

**1. hoogveen of natte heide** (nog geen 2% van de pollensom). Deze groep wordt met name vertegenwoordigd door heide (Ericales), veenmossen (*Sphagnum*), wilde gagel (*Myrica gale*), klokjesgentiaan (*Gentiana pneumonanthe*) en zandblauwtje (*Jasione montana*). Het is een vegetatietype van natte, zure grond en zal niet in de directe omgeving van de waterput gelegen hebben.

**2. graslanden** (ca. 7 % van de pollensom). De belangrijkste vertegenwoordiger hiervan is de grassenfamilie. Daarnaast is pollen aanwezig van smalle weegbree (*Plantago lanceolata*), ratelaar (*Rhinanthus*) type, blauwe knoop (*Succisa pratensis*), klokje (*Campanula*), munt (*Mentha*) type, knoopkruid (*Centaurea nigra*) type, zachte ooievaarsbek (*Geranium molle*) type, boterbloem (*Ranunculus*) type en hopklaver (*Medicago lupulina*) type. Andere planten die in graslanden voor kunnen komen zijn soorten uit de composietenfamilie (Asteraceae) en de anjerfamilie (Caryophyllaceae). Een deel van deze planten kan op het erf en in de buurt van de waterput gegroeid hebben.

**3. (akker)onkruiden** (ongeveer 1% van de pollensom). Binnen deze wat heterogene groep komen planten voor van akkers, erven, braakliggende terreinen en dergelijke, zoals

<sup>20</sup> Van Smeerdijk *et al.* 2003.

<sup>21</sup> Groenman-Van Waateringe 1986: 197.

schubkamille (*Anthemis*), alsem (*Artemisia*-soorten, waaronder bijvoet), andoorn (*Stachys*), grote weegbree (*Plantago major*) en perzikkruid (*Polygonum persicaria*). Ook binnen de composietenfamilie (Asteraceae) en ganzenvoetfamilie (Chenopodiaceae) bevinden zich veel soorten die vaak op door mensen beïnvloede standplaatsen voorkomen. Een belangrijk deel van deze planten zal in de omgeving van de waterput hebben gegroeid.

**4. oevervegetaties** (minder dan 1% van de pollensom). Uit deze categorie is pollen van gele lis (*Iris pseudacorus*) en grote lisdodde (*Typha latifolia*) gevonden. Er is echter maar heel weinig pollen van deze planten aangetroffen. De pollenkorrels zijn alleen gevonden bij het nakijken van de preparaten na afloop van de officiële telling. Het pollen van de cypergrassenfamilie (Cyperaceae) is beter vertegenwoordigd, maar dit pollen kan ook afkomstig zijn van cypergrassen uit graslandvegetaties. Al met al zijn de aanwijzingen voor moeras- en oevervegetaties in de nabije omgeving van de waterput niet sterk.

#### **5. open water**

Het pollen van eendenkroos (*Lemna*) is wel van lokale herkomst. Kroosvegetaties zijn kenmerkend voor rustige, voedselrijke, meestal stilstaande, niet al te diepe wateren. Ook in relatief kleine wateren, zoals poeltjes, greppels en waterputten kan kroos worden aangetroffen.<sup>22</sup>

## **4. Discussie en conclusies**

In de zadenmonsters zijn weinig resten van granen aangetroffen, maar in combinatie met de resultaten uit het pollenonderzoek is toch aangetoond dat er in de omgeving van de putten wel degelijk graan aanwezig is geweest.<sup>23</sup> De aanwezigheid van een verkoold internodium van gerst en een flink aantal pollenkorrels van het *Hordeum*-type (waaronder gerst) in waterput S10.382 zijn een belangrijke aanwijzing voor lokaal verwerken van dit graan.

Het is goed mogelijk dat in de nederzetting nog andere cultuurgewassen aanwezig waren. Het pollen van het tarwe type kan afkomstig zijn van broodtarwe en/of emmertarwe. Het pollen van het havertype is waarschijnlijk niet afkomstig van gecultiveerde haver (*Avena sativa*), maar van het akkeronkruid oot (*Avena fatua*). Van andere typische Bronstijd-cultuurgewassen zoals pluimgierst, vlas, huttentut en raapzaad hebben we geen resten gevonden, maar dat betekent nog niet dat de bewoners ze niet kenden. Wel zijn resten aangetroffen van een aantal zogenaamde wilde fruitsoorten: hazelnoot, braam, (waarschijnlijk) framboos en appel of peer. Waarschijnlijk zijn deze vruchten in de natuurlijke omgeving verzameld. Van appel/peer (of meidoorn) is ook een fijn bewerkte houten pin of steel gevonden en takken van hazelaar zijn mogelijk gebruikt in het vlechtwerk van de waterputbeschoeiing.

Uit het onderzoek naar het houtgebruik lijkt een keuze voor lokaal beschikbare elzen en essen te komen met een logische voorkeur voor kleine takken voor het vlechtwerk. Hiervoor zijn ook de soepele twijgen van hazelaar gebruikt. Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor selectie of beheer, maar de hoeveelheid gegevens was daarvoor uiteindelijk ook te klein. Waterput S10.381 bestond voornamelijk uit essen, gekapt in de winter of het late najaar. Voor het vlechtwerk zijn mogelijk eerder in het jaar hazelaartakken gesneden. Het gaat hier echter maar om één of twee takken zodat we voorzichtig moeten zijn met de conclusie. Waterput S10.382 bevatte elzen palen,

<sup>22</sup> Weeda *et al.* 1994: 232.

<sup>23</sup> De enige aangetroffen resten zijn verkoold. De kans dat plantenresten verkoold raken is klein, bovendien is de kans ook klein dat ze vervolgens in een grondspoor terecht komen. Als er onverkoole graanresten in de waterputten aanwezig zijn geweest, kunnen deze door de behandelingsmethode (zeven over 1 mm en drogen van het residu) zijn verdwenen.

staanders en vlechtwerk naast vlechtwerk van hazelaar. Alle seizoensbepalingen kwamen hier uit in (vroeg) voorjaar tot zomer. Van de twee eiken delen kon het kapseizoen niet worden bepaald omdat de buitenste ringen ontbraken.

Het is het niet mogelijk gebleken de waterputten toe te schrijven aan de verschillende gebruikperiodes van het Midden-Bronstijderf. Opvallend is wel de aanwezigheid van enkele verkoolden resten in de twee jongste putten, waaronder gerst in put S10.382, en het nagenoeg ontbreken van zulke resten in de rijke oudste waterput. Een voorzichtige conclusie kan zijn dat er in de loop der tijd een toenemende menselijke activiteit rondom de waterputten heeft plaatsgevonden. Dit lijkt te worden ondersteund door de toenemende hoeveelheid graanpollen in de loop van de tijd. Gezien de gelijkvormigheid van de constructies van de waterputten is het aannemelijk dat er geen verschil hoeft te zijn in bereikbaarheid voor rondwaaiend en rondzwerfend materiaal. Hierdoor zouden de verschillen in samenstelling dus verklaard kunnen worden door verschillen in milieuomstandigheden en menselijke activiteit ten tijde van het functioneren van de waterputten.

Als we de resultaten van het pollen- en het zadenonderzoek vergelijken, dan valt op dat in de zadenassemblages de kruiden domineren en dat er weinig resten van bomen zijn aangetroffen, wat in schril contrast staat tot de enorme hoeveelheid pollen van bomen. De schaarse macroscopische resten van bomen zijn enkele resten van elzen en hazelaar en die komen alleen in de oudste waterput voor, waarbij de hazelnootdoppen ook afkomstig kunnen zijn van voor consumptie verzamelde noten. Zaden worden over het algemeen over een kleine afstand verspreid en wijzen vaak op lokaal voorkomen van de planten. Het ontbreken van de macroresten van bomen is een belangrijke aanwijzing dat er geen bomen in de directe omgeving van de waterputten stonden. Stuifmeel wordt over veel grotere afstanden verspreid en kan ook via regenwater in de putten terechtkomen.

Het grote aandeel boompollen kan deels worden verklaard door de contaminatie met in de diepere ondergrond aanwezig pollen uit het Atlanticum, hetgeen een zeer bosrijke periode was. Het overige pollen zal van bomen op de hogere zandgronden in de omgeving afkomstig zijn en van natte randen van het ven (elzenbroekbos).

Naast pollen en zaden is er ook nog naar de houtsoorten uit de beide jongste waterputten gekeken. Door de gegevens van alle materiaalgroepen te combineren, kunnen dan ook preciezer uitspraken worden gedaan over de lokale vegetatie. De bijbehorende vegetatie bestaat uit elzen(wilgen)broekbos of elzen/essenbos. Dit zien we ook terug in het gebruikte hout van de waterputten: voornamelijk elzen en essen. De enkele stukken eikenhout die zijn aangetroffen, zijn waarschijnlijk afkomstig van bomen die op drogere gronden verder weg groeiden. Het kostte kennelijk te veel moeite om dit (kwalitatief betere) hout naar de nederzetting te brengen. Wellicht werden de eiken ook voor het oogsten van eikels of om religieuze redenen gespaard.

De planten van hoogveen/heide zijn in de pollendata beter vertegenwoordigd dan in de zadenmonsters. Hier is slechts één verkoold blaadje van dophei gevonden in waterput S10.381. Hun aanwezigheid wijst op hoogveen en/of heidevelden in de omgeving en op gebruik van dophei door de mens, bijvoorbeeld als bezems of turf.

De groep van de akkeronkruiden is in de pollendata matig vertegenwoordigd en dan nog voornamelijk op familieniveau. De zadenassemblages geven meer detail. Het *Polygonum persicaria* pollentype omvat onder andere ook de als zaden aangetroffen beklierde duizendknoop (*Persicaria lapathifolia*), die onder meer voorkomt in pioniersvegetaties van zeer voedselrijke, vochtige tot droge bodems. Dat kunnen akkers zijn, maar ook nederzettingsterreinen.

De groep van pioniers van natte, stikstofrijke grond is eigenlijk alleen vertegenwoordigd in de zadenassemblages en dan met name van de oudste waterput. De beide dominant aanwezige *Persicaria*-soorten zijn karakteristiek voor het open en modderige terrein rondom de waterput. Volgens Fermin is er geen verschil tussen de drie

waterputten wat betreft het invangen van plantenresten, dus zullen er ook echt meer planten uit deze groep om de oudste waterkuil hebben gegroeid.

De groep graslandplanten is in het pollenspectrum sterker vertegenwoordigd dan in de zadenmonsters. Hoewel diverse soorten ook op het erf en rondom de waterputten gegroeid kunnen hebben, is het zeer goed mogelijk dat het assemblage van de graslandsoorten wel degelijk weide of hooilanden vertegenwoordigt. Naast de grassen is de smalle weegbree de belangrijkste soort. In archeologisch context wordt de smalle weegbree gezien als een belangrijke indicator voor het open raken van het bos vanaf het Neolithicum. Zij kon zich vestigen en uitbreiden op terreinen die eerst als akker waren vrijgemaakt in het bos en later na braakligging als weidegrond gingen dienen.<sup>24</sup>

## 5. Vergelijking met eerder verricht onderzoek

### 5.1 DE 13<sup>E</sup> EN 15<sup>E</sup> EEUWSE WATERPUTTEN VAN DE LOOËRENK

Door Van Smeerdijk *et al.* is eerder paleobotanisch onderzoek verricht op de Looërenk.<sup>25</sup> Hierbij is onder andere pollenonderzoek verricht aan twee laatmiddeleeuwse waterputten. Ondanks het grote verschil in ouderdom tussen de Bronstijdwaterputten en de laatmiddeleeuwse waterputten is er wel een aantal overeenkomsten in de pollenassemblages. De opvallendste is de sterke bijdrage van het pollen van bomen, met name dat van eiken en elzen. Daarnaast bevatten alle onderzochte waterputvullingen pollen van klimop en maretak. De aanwezigheid van maretak en klimop is een aanwijzing voor een bosvegetatie uit de Bronstijd of een oudere periode. Dus lijkt er in de jongste waterputten enige contaminatie met ouder materiaal te zijn (zie discussie).

Grote verschillen zijn onder andere te zien bij de bijdragen van het pollen van linde en iep, zij zijn veel hoger in de hier onderzochte Bronstijdwaterput. Er is ook een enorm verschil in pollenconcentraties. De hoge pollenconcentratie in de Bronstijdwaterput (ruim 37 miljoen pollenkorrels per cm<sup>3</sup>, tegenover slechts enkele miljoenen per cm<sup>3</sup> in de jongere waterputten) heeft waarschijnlijk te maken met verschillen in opvulsnelheid van de waterputten. De belangrijkste factor die de pollenconcentratie in een sediment bepaalt, is namelijk de accumulatiesnelheid. Onder accumulatie wordt verstaan het netto resultaat van sedimentatie, afbraak en compactie. Wanneer we uitgaan van een constante jaarlijkse pollenneerslag kan de pollenconcentratie in een sediment gebruikt worden om inzicht te krijgen in de accumulatiesnelheid van dit sediment.<sup>26</sup> Een relatief hoge pollenconcentratie in de Bronstijdwaterput betekent dus dat het onderzochte sediment zich langzaam heeft gevormd (langzame opvulling). Hierdoor bevinden zich relatief veel jaren in een cm sediment.

Een tweede mogelijke oorzaak zou het verschil in intensiteit van de menselijke activiteit rond de waterputten kunnen zijn. Een hoge intensiteit heeft tot gevolg dat er maar weinig planten in de nabije omgeving van een waterput tot bloei komen. De pollenproductie is in zo'n geval lager dan in een situatie met minder intensieve lokale activiteit.

### 5.2 PALYNOLOGISCH ONDERZOEK DOOR BOS *ET AL.* EN JONG

Bos *et al.* hebben pollenonderzoek verricht aan enkele Laat-Glaciaire en Vroeg-Holocene veensecties uit de Ooijerhoek.<sup>27</sup> De ene sectie betreft een Laatglaciaire gyttja-laag en de tweede sectie bestaat uit een veenpakket dat gevormd is tussen 9760 en 9430 BP. In beide secties is een erosief hiaat aanwezig op de top van de Laatglaciaire respectievelijk

<sup>24</sup> Behre 1981: 229; Weeda *et al.* 1988: 255.

<sup>25</sup> Van Smeerdijk *et al.* 2003.

<sup>26</sup> Middeldorp 1982.

<sup>27</sup> Bos *et al.* in voorbereiding. De centrumcoördinaat van deze locatie is 212.25 / 460.15.

Vroegholocene afzettingen. In het bovenste zandige deel van sectie VI domineert het pollen van de els (*Alnus*). Daarnaast komt pollen voor van eik (*Quercus*), linde (*Tilia*), iep (*Ulmus*) hazelaar (*Corylus avellana*) klimop (*Hedera helix*) en maretak (*Viscum album*). Mede door het ontbreken van pollen van planten die op menselijke invloed wijzen, zoals smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en graan (Cerealia), plaatsen de onderzoekers dit deel van de sectie in het Atlanticum (globaal tussen 8000 BP en 5300 BP).

Ook Jong heeft palynologisch onderzoek op de Looërenk verricht.<sup>28</sup> De onderzochte monsters komen niet uit veen, maar uit zand en zandige humeuze (venige?) afzettingen die zijn afgedekt door een esdek van ca. 1,4 m dik. De datering van de onderzochte monsters is gebaseerd op palynologische gronden.

- De eerste serie monsters is afkomstig uit de ongestoorde humeuze afzetting uit het ven met de afdekkende laag (zuidprofiel werkput 247). Het onderste materiaal uit de ongestoorde natuurlijke afzetting (LOO-I) bevat zeer hoge percentages boompollen, waaronder den, linde, eik, iep, els en hazelaar. Daarnaast is er ook pollen van klimop en maretak. Jong interpreteert de data als zijnde representatief voor een landschap met gesloten bossen. Dit deel van de sectie wordt geplaatst in het Atlanticum (Laat-Mesolithicum) ongeveer tussen 8000 en 5000 BP. De volgende zone is verwant aan de eerste met dit verschil dat het dennenpollen zeer sterk is afgenomen. Deze zone wordt geplaatst in het Laat-Atlanticum (Laat-Mesolithicum), maar ouder dan 5000 BP.

Het materiaal van de derde zone bestaat uit diverse organische bandjes. Het boompollen neemt af en er komen diverse pollentypen voor van planten van open vegetaties (indicatoren voor menselijke invloed) en voor het eerst een lichte bijdrage van graanpollen. Het pollen van maretak en klimop komt niet meer voor. Het bos is opener geworden, en men denkt dat de mens daar mede verantwoordelijk voor was. De zone wordt geplaatst in het Subboreaal (Neolithicum-Bronstijd), globaal tussen 5000 en 2700 BP.

De vierde zone bestaat grotendeels uit esdek materiaal. Het boompollen is sterk afgenomen en de bijdrage van cultuurindicatoren (graan, grassen en heide) is sterk gegroeid. Deze spectra representeren volgens de schrijver een vegetatieontwikkeling en of gebruik door de mens in de IJzertijd en Middeleeuwen. Het lijkt reëel te veronderstellen dat er een hiaat aanwezig is tussen zone 3 en zone 4.

- De tweede serie komt uit door de mens gegraven kuilen, zichtbaar in het westprofiel van werkput 247. Het diagram uit de tweede serie bevat twee fasen, één verwant met zone 3 uit het eerste profiel en de andere sterk vergelijkbaar met het bovenste deel van de eerste sectie. De onderzoeker houdt rekening met de mogelijkheid dat de toename van het pollen van de linde veroorzaakt wordt door ouder materiaal dat in de kuil terechtgekomen is. Als belangrijk argument meldt hij dat hoge waarden voor lindepollen niet bekend zijn uit jongere Holocene afzettingen.
- Het diagram van de derde serie, eveneens afkomstig uit door de mens gegraven kuilen, vertoont sterke gelijkenis met het bovenste deel van de eerste serie, dus een toename van de menselijke activiteiten en een toename van indicatoren voor open terrein en graanpollen. Jong plaatst dit diagram in een periode veel jonger dan 2700 BP tot jonger dan 1000 AD.
- De vierde serie bestaat uit een viertal losse monsters uit de vullingen van kleine, door de mens gegraven putjes, eveneens uit het westprofiel van werkput 247. Alle vier de spectra worden gedomineerd door het boompollen. Het bos werd gedomineerd door hazelaar, els, eik en linde. De spectra worden geplaatst in het jongste deel van het Atlanticum.
- De vijfde serie bestaat uit losse monsters uit een putvulling uit het westprofiel van werkput 247. Hoewel deze op korte afstand ligt van de vierde serie komt zij uit een kuil

<sup>28</sup> Jong 2004.

die van een hoger niveau is ingegraven. De spectra worden verondersteld van Laatmiddeleeuwse ouderdom te zijn.

Hoewel de hierboven beschreven series niet nauwkeurig zijn gedateerd, is het duidelijk dat er op en nabij de Looërenk in het Laat-Mesolithicum (globaal tussen 8000 en 5300 BP) sprake is van dichte loofbossen met veel eik, linde, iep en hazelaar. Belangrijke andere soorten uit deze bossen zijn klimop en maretak. De els, die ook veel voorkomt, heeft waarschijnlijk op de natte plaatsen in het beekdal of aan de randen van het ven gegroeid.

In de zandrug zijn diverse ‘venige’ en/of humeuze lagen aanwezig waarin de pollenassemblages eveneens wijzen op loofbos met dezelfde soorten tussen 8000 en 5000 BP. Een jongere fase (zonder klimop en maretak) zou dateren uit de periode 5000 tot 2700 BP (Neolithicum-Bronstijd). Het bos is in die periode meer open en er is nu wel enige menselijke invloed op de vegetatie te herkennen.

Het venige/humeuze karakter van de onderzochte lagen in de zandrug van de Looërenk wijst op vochtige tot natte afzettingsomstandigheden. De aanwezigheid van zaden van russen (*Juncus*) en een weinig pollen van moerasplanten wijzen eveneens in de richting van veen. Dat betekent dat het onderzochte materiaal uit de rand van het ven afkomstig zou moeten zijn en dat het ven er dus in het Mesolithicum tot in de Bronstijd al was. Er kon dus, in ieder geval aan de rand van het ven, een soort veenvorming ontstaan. Interessant is dat in het bovenste deel van de vulling van de oudste kuil (tweede serie) sprake is contaminatie met ouder materiaal.

Het pollenspectrum uit de hier onderzochte Bronstijdwaterput sluit vrij goed aan bij de Atlantische pollenspectra van Jong. Zuiver op palynologische gronden (ook gehanteerd door de andere onderzoekers) geeft het spectrum uit de waterput dus een oudere bosfase weer dan op grond van de archeologische gegevens verwacht mag worden. Dit kan twee dingen betekenen. Ten eerste bestaat de mogelijkheid dat zich tijdens de Bronstijd in de nabije omgeving nog relictten van het Atlantische bos bevinden, met veel linde, maretak en klimop. Een argument wat hiertegen pleit is het feit dat in de Bronstijdpollenspectra van Jong geen maretak en klimop meer aanwezig is. Ten tweede bestaan de reële mogelijkheid dat het materiaal uit de Bronstijdwaterput vervuild is met ouder materiaal. Er bevinden zich in de ondergrond van de enk diverse humeuze lagen die uit het Atlanticum dateren, daarnaast bevonden zich in de vulling van de waterput kleine stukjes veenachtig materiaal. Deze zijn zo veel mogelijk vermeden bij het bemonsteren voor het pollenonderzoek, maar een aantal kan ook al eerder uit elkaar gevallen zijn waardoor het aanwezige pollen al vrijgekomen was. Wanneer dat veen uit een oudere fase van de ontwikkeling van het ven afkomstig was, of dat er materiaal uit de ‘Atlantische’ lagen in de put is gekomen, is de kans groot dat er ook wat ouder pollen in het getelde pollenmonster terecht is gekomen.

Het geeft helaas enige onzekerheid bij de interpretatie van de data. Het is daarentegen ook reëel te veronderstellen dat er tot in de Bronstijd en mogelijk zelfs tot in een jongere periode nog aanzienlijke bossen met een Atlantisch karakter aanwezig waren. Er moet dan meestal wel rekening gehouden worden met veranderingen in de bosvegetaties. Soorten als linde verdwijnen of nemen af en meer lichtminnende soorten zoals berk breiden uit.

## 6. Aanbevelingen

Tot slot volgen nog enkele opmerkingen die van belang kunnen zijn voor toekomstig onderzoek.

In de zadenmonsters zijn zeer weinig resten van granen aangetroffen. Mogelijk zijn deze nooit in de putten aanwezig geweest. Het is echter ook mogelijk dat de afwezigheid van deze resten veroorzaakt is doordat de monsters al gezeefd waren over een zeef met

grote maaswijdte (1 mm) en dat de zeefresidu's waren gedroogd. Kleine en fragiele resten, zoals onverkoolde kafresten van granen, kunnen daarbij verloren zijn gegaan. Het is dan ook aan te raden een specialist te raadplegen over het zeven en opslaan van grondmonsters die voor botanisch onderzoek bestemd zijn.

In het algemeen geldt dat het aantal te nemen grondmonsters op een vindplaats in relatie moet staan tot de complexiteit van de vindplaats. Dit betekent dat uit zoveel mogelijk verschillende soorten grondsporen (of vullingen daarvan) en lokaal onderscheiden fasen monsters moeten worden genomen. Daarnaast is het van belang bij een te verwachten lage dichtheid van plantenresten een groter aantal grondmonsters te nemen. Dit is het geval in situaties waarbij het merendeel van de grondsporen boven het grondwaterniveau is gelegen en veel onverkoolde plantenresten door oxidatie zijn verdwenen. Alleen door een groot aantal monsters te onderzoeken kan in deze gevallen voldoende informatie worden verkregen om de vragen over voedingseconomie en milieuomstandigheden te helpen beantwoorden. Door deze bemonsteringsstrategie kan tevens inzicht worden verkregen in de spreiding van specifieke menselijke activiteiten over het nederzettingsterrein. Door de analysefase te laten voorafgaan door een inventarisatiefase, kan aanzienlijk op de onderzoekskosten worden bespaard.

Indien hout wordt verzameld met als doel informatie te verkrijgen over de bewerking ervan en over eventueel houtbeheer is het van belang een zo groot mogelijk stuk te laten onderzoeken, en bij voorkeur ook veel stukken hout verzamelen.

Bewerkingssporen kunnen zich op het gehele oppervlak bevinden, ze zijn niet beperkt tot bijvoorbeeld de punt van palen. Ook voor informatie over houtbeheer (aantal zijtakken, mate van rechtheid, resten van stobben) is het belangrijk om het gehele stuk hout te onderzoeken. De voor dit onderzoek bekeken plakken leveren dan ook slechts minimale informatie op. Bovendien is het van belang om voor het onderzoek aan de jaarringen grote hoeveelheden hout te verzamelen, omdat er bij te weinig materiaal nooit duidelijke conclusies te trekken zijn.

## 7. Literatuur

- Behre, K.-E., 1981: The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, *Pollen et Spores*, XXIII, no. 2, 225-245.
- Bos, J.A.A., B. van Geel, B.J. Groenewoudt & R.C.G. Lauwerier (in prep.): Palaeoecological Investigations of an Early Mesolithic Site near Zutphen, The Netherlands.
- Broeke, P.W. van den, 1985: Nederzettingstvondsten uit de IJzertijd op De Pas, gem. Wijchen, *Analecta Praehistorica Leidensia* 17, 63-105.
- Fermin, B., 2004: *Landschapontwikkeling Looërenk*, Intern Rapport Archeologische Dienst Zutphen.
- Gotjé, W. & C. Vermeeren 1995: Haarlem Veerpolder. Oecologisch onderzoek aan een Metaaltijd gyttjelaag en een Steentijd vuurplaats, *BIAXiaal* 22, Amsterdam.
- Groenman-van Waateringe, W., 1986: Grazing Possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on Palynological Data, in: K.-E. Behre (ed.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Rotterdam etc., 187-202.
- Grohne, U., 1957: Die Bestimmung des Phasenkontrastverfahrens für die Pollenanalyse, dargelegt am Beispiel der Gramineenpollen vom Getreidetyp, *Photographie und Forschung* 7, 237 - 248.

- Hillman, G., 1984: Interpretation of Archaeological Plant Remains: the Application of Ethnographic Models from Turkey, in: W. van Zeist & W.A. Casparie (eds.), *Plants and Ancient Man, Studies in Palaeoethnobotany*, 1-41, Groningen.
- Jong, J., 2004: *Paleoecological Study of the Archaeological Site Looërenk near Zutphen, The Netherlands*, Internal Report IBED, Amsterdam.
- Küster, H., 1988: Vom Werden einer Kulturlandschaft, *Acta Humaniora*, 15-20.
- Middeldorp, A.A., 1982: Pollen Concentration as a Basis for Direct Dating and Quantifying Net Organic and Fungal Production in a Peat Bog Ecosystem, *Review of Palaeobotany and Palynology* 37, 225-282.
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson 1991: *Pollen Analysis* (second edition), London.
- Schweingruber, F.H., 1982: *Mikroskopische Holz Anatomie*, Zürich.
- Smeerdijk, D.G. van, L. Kubiak & P. van Rijn 2003: Paleobotanisch onderzoek aan materiaal uit verschillen structuren van de opgraving Looërenk (gemeente Zutphen), *BIAXiaal* 175, Zaandam.
- Sykora, K.V., J.H.J Schaminée & E.J. Weeda 1996: Plantaginetea majoris (Weegbree-klasse), in: J.H.J Schaminée, A.H.F. Stortelder & E.J. Weeda, *De vegetatie van Nederland* 3, 13-46.
- Tamis, W.L.M., R. van der Meijden, J. Runhaar, R.M. Bekker, W.A. Ozinga, B. Odé & I. Hoste 2004: Standaardlijst van de Nederlandse Flora 2003, *Gorteria* 30, 101-195.
- Taylor, M., 1981: Wood in Archaeology, *Shire Archaeology Series* 17, Aylesbury.
- Weeda, E.J., R. van 't Veer & J.H.J. Schaminée 1998: Bidentetea tripartitae (Tandzaad-klasse), in: J.H.J. Schaminée, E.J. Weeda & V. Westhof, *De vegetatie van Nederland* 4, 173-198.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985: *Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties* 1, Haarlem.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1988: *Nederlandse Oecologische Flora. Wilde planten en hun relaties* 3, Haarlem.



Bijlage 1 Zutphen-Looërenk, resultaten van het houtonderzoek.

spoor vnr.	subnr.	plaats	soort	L	B	D	diam.	jaren	seizoen	stc.	PV	PL	opmerkingen
10.381	3832	?	Fraxinus	.	.	.	5,5	22	N/W	1b	2aa	16	knoest, geen subnummer
10.381	3832	1	Fraxinus	.	.	.	8	c.35	W	2b	.	.	.
10.381	3832	2	Alnus	.	.	.	4	6?	Z/N/W	1b	.	.	valse ringen
10.381	3832	3	Fraxinus	.	.	.	6	23	(N)W	1b	.	.	.
10.381	3832	4a	Corylus	.	.	.	2	7	V	1b	.	.	los hout
10.381	3832	4b	Corylus	.	.	.	2	7	V	1b	.	.	los hout
10.381	3832	5	Fraxinus	.	.	.	c.6,5	≥20	Z/N/W	12	.	.	net geen hart
10.381	3832	6	Fraxinus	.	.	.	?	?	.	17	.	.	brok
10.381	3832	7	Fraxinus	.	.	.	c.7	c.10	(N)W	12	.	.	geen hart
10.381	3832	8	Fraxinus	.	.	.	6	24	(N)W	4	.	.	.
10.381	3832	9	Fraxinus	.	.	.	5	c.10	(N)W	1	.	.	rot hart
10.381	3832	10	Fraxinus	>43	.	.	6	.	.	1b	2	22	geen zijtakken/knoesten; kapspoor >4,5 en >5 cm
10.381	3832	12	Fraxinus	.	.	.	4	c.10	N/W	1b	.	.	rot hart, mogelijk subnummer 11
10.381	3832	13	Fraxinus	.	.	.	5	29	N/W	1	.	.	misschien 28 jaar
10.381	3832	15	Fraxinus	.	.	.	9	≥30	N/W	2b	.	.	net geen hart
10.381	3832	16a	Fraxinus	.	.	.	6	30?	W	1b	.	.	.
10.381	3832	16b	Fraxinus	.	.	.	6	30?	W	1b	.	.	2x aanwezig
10.381	3832	17	Fraxinus	>34	.	.	7	.	.	2b	2?	11	knoesten; facetten relatief vlak
10.382	3838	1	Alnus	>80	.	.	12	.	.	2b	2	>24	kapsporen (van klieven?) ook van punt af; knoesten; kapspoor >5,5 cm
10.382	3838	2	Alnus	>68	.	.	5,5	.	.	1b	*	32	.
10.382	3838	3	Alnus	>75	.	.	12	.	.	2b	2	22	uit zelfde stam als 1
10.382	3838	4	Alnus	>57	.	.	5,5	.	.	1b	*	26	kapspoor >4 cm
10.382	3838	5	Alnus	>59	.	.	4	.	.	1b	*	22	krom hout
10.382	3838	6	Quercus	>65	7	6	.	<	.	17	2	50	onregelmatig stuk; op onderste 15 cm v.d. punt ook de korte kanten bekapt
10.382	3838	7	Quercus	>48	15	6	.	<	.	15b	4	41	aan twee kanten gespleten; spint
10.382	3838.1	.	Alnus	.	.	.	c.11	<++	?	2b	.	.	afgekapte zijtak, steekt nog 3 cm uit, geen hart
10.382	3838.2	.	Alnus	.	.	.	c.8	<++	.	2b	.	.	bovenkant: over 2 cm afgeplat, afgekapte zijtak, geen hart
10.382	3838.3	.	Alnus	.	.	.	13	c. 35	?	2b	.	.	gekliefde kant afgevlakt (kapsporen punt?); over hele bastkant kapsporen
10.382	3838.4	.	Alnus	.	.	.	13	>10?	?	2b	4	>24	veel valse ringen, eindringen klein
10.382	3838.5	.	Alnus	>46	.	.	13	<++	?	2b	2as	>24	hele gekliefde kant afgevlakt, veel valse ringen, eindringen klein
10.382	3838.6	.	Alnus	.	.	.	c.11	<++	?	4b	2	.	.
10.382	3838.7	.	Alnus	.	.	.	c.11	<++	.	2b	.	.	veel valse ringen
10.382	3838.7	.	Alnus	.	.	.	c.11	<++	.	2b	.	.	2x aanwezig
10.382	3838.8	.	Alnus	.	.	.	c.11	<++	?	2b	3	.	knoest, holle iets rafelige facetten, geen hart
10.382	3838.9	.	Alnus	.	.	.	4	7?	V?	1b	4a	>12	afgekapte zijtak; punt aan wortelkant, knoestig
10.382	3838.10	.	Alnus	.	.	.	5	12	V	1b	3a	>10	.

spoor	vnr.	subnr.	plaats	soort	L	B	D	diam.	jaren	seizoen	stc.	PV	PL	opmerkingen
10.382	3838.11	1	bui.r vlw	Pomoidea	>10	.	.	2,5	.	.	1b	.	.	fijn ontschorst en eindkap, steel of eventueel pin, conserveren!
10.382	3838.11	2	bui.r vlw	Alnus	.	.	.	2,5	11	vV	1b	.	.	mogelijk 1 valse ring
10.382	3838.11	3	bui.r vlw	Alnus	.	.	.	2	11	V	1b	1	.	mogelijk 1 valse ring
10.382	3838.11	4	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1,5	11	vV	1b	1	.	.
10.382	3838.11	5	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1,4	8	V/Z	1b	.	.	mogelijk 1 valse ring
10.382	3838.11	6	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1,3	8	V/Z	1b	.	.	.
10.382	3838.11	7	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1,2	11	vV	1b	.	.	zijtak eraf met bijl, 1 of 2 valse ringen ?
10.382	3838.11	8	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1,2	10	?	1b	.	.	zijtak eraf met bijl
10.382	3838.11	9	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1	3	V/Z	1b	.	.	zijtak eraf met bijl, mogelijk 1 valse ring
10.382	3838.11	10	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1	6	vV	1b	.	.	.
10.382	3838.11	11	bui.r vlw	Corylus	.	.	.	1	6	?	1b	.	.	.
10.382	3838.13	.	vlw.(st.)	Alnus	.	.	.	4,5	8	V	1b	.	.	zijtak, ook valse ringen?
10.382	3838.14	.	bui.r, vlw	Alnus	.	.	.	4,5	10	V	1b	.	.	.
10.281	3838.15	.	bui.r, vlw	Alnus	.	.	.	4,5	8	V	1b	.	.	ook valse ringen?
10.281	3838.16	.	bi.r	Alnus	.	.	.	c.12	<++	.	2b	.	.	knoesten; facetten deels gescheurd
10.381	3838.17	.	bi.r	Alnus	.	.	.	>16	++	.	17	.	.	brok
10.382	3838.18	.	bi.r	Alnus	.	.	.	c.12	<++	.	2b	3s	.	knoestig, zonder hart
10.281	3838.19	.	bi.r	Alnus	.	.	.	c.12	?	.	12	2	>32	gekliefde/gescheurde kant ook bekapt, geen hart
10.281	3838.20	.	wp	Alnus	.	.	.	18	>15	?	2b	.	.	gekliefde/gescheurde kant ook bekapt, geen hart
10.281	3838.21	.	wp	Alnus	.	8	4	>16	<++	?	14b	3	.	gekliefd, gerecht of aangepunt (?kapsoren niet over hele lengte), zonder hart
10.281	3838.21	.	wp	Alnus	.	8	4	>16	<++	?	14b	3	.	2x aanwezig
10.281	3838.22	.	wp	Alnus	.	.	.	c.14	c. 35	?	2b	4	.	knoest
10.281	3838.23	.	wp	Alnus	.	.	.	c.8	<++	V/Z?	2b	.	.	.
10.281	3838.24	.	wp	Alnus	.	.	.	c. 15	<++	?	2b	.	.	deel ontschorst, veel valse ringen? eindringen klein, geen hart
10.281	3838.25	.	wp	Alnus	.	.	.	>16	++	.	17	.	.	brok
10.281	3838.25	.	wp	Alnus	.	.	.	>16	++	.	17	.	.	2x aanwezig
10.281	3838.26	.	wp	Alnus	.	.	.	5	7	V/Z?	1b	2a	4,5	.
10.281	3838.27	.	wp	Alnus	.	.	.	8,5	21/22	V?	1b	1?	.	kapspoor >5 cm; vrij recht, getekend

## Verklaring van de gebruikte coderingen in *bijlage 1*

Alle afmetingen zijn in cm (< = kleiner of minder dan, > = groter of meer dan, ≥ = groter of gelijk aan, alleen < (zonder getal) = weinig; + = enkele, ++ = tientallen, < ++ = een klein tiental), c = circa.

<b>spoor</b>	spoornummer
<b>vnr.</b>	vondstnummer
<b>subnr.</b>	subnummer, als binnen één vondstnummers meer houtvondsten zijn
<b>plaats</b>	aanduiding waar het hout gevonden is: wp = waterput vlw = vlechtwerk st = staander bi.r = binnenring bui.r = buitenring
<b>soort</b>	houtsoort: Alnus = els Corylus (avellana) = hazelaar Fraxinus (excelsior) = es Pomoideae = appelachtigen (appel/peer/meidoorn) Quercus = eik
<b>L</b>	lengte
<b>B</b>	breedte
<b>D</b>	dikte
<b>diam.</b>	diameter van oorspronkelijke stam of tak
<b>jaren</b>	aantal jaarringen
<b>seizoen</b>	seizoen van kappen: Z = zomer, H = herfst, W = winter, (v)V = (vroeg) voorjaar. Als de bast niet met zekerheid is vastgesteld en de laatste ring kan ontbreken is dit aangegeven met een ?
<b>stc.</b>	stamcode = schematisch aangeven de wijze waarop een object uit de stam is gehaald (grondvorm), zie volgende pagina, a = zonder bast, b = met bast/wankant
<b>PV</b>	puntvorm, d.w.z. het aantal vlakken waarmee de punt is gemaakt halverwege de punt 2 = 2 vlakken enz. a = één vlak van de punt die niet bekapt of bewerkt is *= onderaan is de punt bijna rondom bekapt, één stuk van de punt is heel lang
<b>PL</b>	puntlengte, d.w.z. de lengte van de punt gemeten vanaf hoogste kapvlak
<b>opmerkingen</b>	overige informatie

Bijlage 2 Zutphen-Looërenk, resultaten van het zadenonderzoek. Tenzij anders vermeld zijn de resten onverkoold. V = verkoold, cf. = gelijkend op.

<b>vondstnummer</b>	<b>3820</b>	<b>3833</b>	<b>3838</b>	
<b>spoor</b>	<b>10.000</b>	<b>10.381</b>	<b>10.382</b>	
<b>datering</b>	<b>MB-I</b>	<b>MB-II</b>	<b>MB-III</b>	
<b>Graan</b>				
Hordeum vulgare V	.	.	2	Gerst
cf. Hordeum vulgare V	.	.	1	Gerst?
Hordeum vulgare, internodium V	.	.	1	Gerst
<b>Noten en fruit</b>				
Corylus avellana	2	.	.	Hazelaar
Rubus fruticosus	.	.	1	Gewone braam
Rubus idaeus	x	.	.	Framboos
Malus/Pyrus	.	.	x	Appel/peer
<b>Akkeronkruiden</b>				
Capsella bursa-pastoris	1	.	.	Gewoon herderstasje
Chenopodium album	7	1	2	Melganzenvoet
Chenopodium album V	.	1	.	Melganzenvoet
Chenopodium polyspermum	5	1	2	Korrelganzenvoet
Echinochloa crus-galli V	.	1	.	Hanenpoot
Mentha aquatica/M. arvensis	5	.	.	Watermunt/Akkermunt
Persicaria lapathifolia	5	.	.	Beklierde duizendknoop
Rumex acetosella	5	.	.	Schapenzuring
cf. Solanum nigrum	.	1	1	Zwarte en Beklierde nachtschade?
Solanum nigrum	1	.	.	Zwarte en Beklierde nachtschade
Spergula arvensis	1	.	.	Gewone spurrie
<b>Pioniers van natte, stikstofrijke grond</b>				
Juncus bufonius	.	1	1	Greppelrus
Juncus effusus	1	1	1	Pitrus
Persicaria hydropiper	24	.	.	Waterpeper
Persicaria mitis	50	.	.	Zachte duizendknoop
<b>Tredplanten</b>				
Capsella bursa-pastoris	1	.	.	Gewoon herderstasje
cf. Plantago major	.	1	.	Grote en Getande weegbree?
Polygonum aviculare	1	.	.	Gewoon varkensgras
Sagina nodosa/S. procumbens	1	.	.	Sierlijke/Liggende vetmuur
<b>Water- en oeverplanten</b>				
Alisma	.	.	2	Waterweegbree
Glyceria fluitans	5	.	.	Mannagras
Lemna	.	.	1	Eendenkroos
Lycopus europaeus	21	.	.	Wolfspoot
Mentha aquatica/M. arvensis	5	.	.	Watermunt/Akkermunt
<b>Graslandplanten</b>				
Cerastium fontanum	5	.	.	Gewone en Glanzende hoornbloem
Mentha aquatica/M. arvensis	5	.	.	Watermunt/Akkermunt
Poaceae	4	1	6	Grassenfamilie
Trifolium V	1	.	.	Klaver
<b>Heideplanten</b>				
Erica tetralix, blad V	.	1	.	Gewone dophei
Potentilla erecta	14	.	.	Tormentil
<b>Bossen</b>				
Alnus	1	.	.	Els
Urtica dioica	15	.	3	Grote brandnetel
<b>Niet in te delen planten</b>				
Carex	4	.	1	Zegge
Chenopodiaceae	.	5	3	Ganzenvoetfamilie
Hydrocotyle vulgaris	5	.	1	Gewone waternavel
Viola	1	.	.	Violtje
indet.	1	.	1	Niet determineerbaar
<b>Varia</b>				
Cladocera ehippia	x	x	x	watervlo-eieren

Bijlage 3 Zutphen-Looërenk, resultaten van de polleninventarisatie.

Legenda: + = aanwezig, +(+) = weinig, ++ = matig, +++ = veel; MB = Midden Bronstijd.

<b>BX-nummer vondstnummer spoor datering</b>	<b>BX2396 3820 10.000 MB-I</b>	<b>BX2397 3833 10.381 MB-II</b>	<b>BX2498 3838 10.382 MB-III</b>	
Conservering	red./goed	goed	red./goed	
Pollenrijkdom	z. hoog	hoog	hoog	
Verontreiniging	z. weinig	matig	weinig	
Telbaarheid	goed	goed	goed	
<b>Allochtone soorten</b>				
Abies	.	+	+	Zilverspar
Picea	+	+	+	Spar
<b>Droog bos</b>				
Betula	+	+	+	Berk
Corylus avellana	+	+	+	Hazelaar
Carpinus	.	+	.	Haagbeuk
Fagus sylvatica	+	+	+	Beuk
Fraxinus	.	+	+	Es
Pinus	+	+	+	Den
Quercus	+++	++	+++	Eik
Tilia	+(+)	+(+)	+(+)	Linde
Tilia platyphyllos	+	+	4	Zomerlinde
Ulmus	+	+	+	Iep
Ilex aquifolium	.	+	.	Hulst
Hedera helix	2	.	.	Klimop
Lonicera periclymenum	+	+	+	Wilde kamperfoelie
Viburnum opulus	1	.	.	Gelderse roos
Viscum album	4	3	4	Maretak
Dryopteris type	+	+	+	Niervaren type
Polypodium	+	+	+	Eikvaren
Pteridium aquilinum	+	+	+	Adelaarsvaren
<b>Nat bos</b>				
Alnus	++	+++	+++	Els
Salix	.	.	+	Wilg
<b>Hoogveen/natte heide</b>				
Myrica gale	+	.	+	Wilde gagel
Ericales	+	+	+	Heideachtigen
Sphagnum	+	.	+	Veenmos
<b>Cultuurgewassen</b>				
Cerealia type	+	+(+)	++	Graan type
<b>(Akker)onkruiden minder specifiek</b>				
Artemisia	.	+	+	Alsem
Asteraceae liguliflorae	+	+	+	Lintbloemige composietenfamilie
Asteraceae tubuliflorae	+	+	+	Buisbloemige composietenfamilie
Caryophyllaceae	+	+	+	Anjerfamilie
Chenopodiaceae	+	+	+	Ganzenvoetfamilie
Polygonum aviculare type	.	+	.	Varkensgras type
Polygonum persicaria type	+	+	2	Perzikkruid type

Bijlage 3 Zutphen-Looërenk, resultaten van de polleninventarisatie (vervolg).

Vondstnummer	3820	3833	3838	
<b>Graslanden</b>				
Centaurea nigra type	+	.	+	Knoopkruid type
Cyperaceae	+	.	+	Cypergrassenfamilie
Fabaceae	.	.	+	Vlinderboemenfamilie
Galium type	+	.	.	Walstro type
Geranium molle type	.	.	+	Zachte ooievaarsbek type
Hydrocotyle vulgaris	.	+	.	Waternavel
Plantago lanceolata	+	+	+	Smalle weegbree
Poaceae	.	+	+	Grassenfamilie
Potentilla type	.	+	.	Ganzerik type
Ranunculus acris type	+	+	+	Boterbloem type
Rumex acetosa type	.	+	+	Veldzuring type
Succisa pratensis	.	+	+	Blauwe knoop
<b>Open zoet water</b>				
Lemna	.	.	+	Kroos
<b>Diversen</b>				
Iris pseudacorus	.	+	+	Gele lis
Anthoceros punctatus	.	+	.	Zwart hauwmos
Type 114	+	+	.	zeefplaat houtachtige plant

Bijlage 4 Zutphen-Looërenk, resultaten van de pollenanalyse.

Legenda: + = aanwezig in het niet getelde deel van het preparaat.

<b>vondstnummer</b>	<b>3838</b>		
<b>spoor</b>	<b>10.382</b>		
<b>datering</b>	<b>MB-III</b>		
Volume (ml)	10		
Aantal tabletten	3		
Exoot (toegevoegd)	12542		
Exoot (geteld)	14		
Pollenconcentratie (N/ml)	37.330.367		
Boompollensom ( $\Sigma$ AP)	1232	100%	88,7%
Niet-boompollensom ( $\Sigma$ NAP)	157	12,8%	11,3%
$\Sigma$ AP+ $\Sigma$ NAP	1389	-	100%

	aantallen	% over $\Sigma$ AP	% over $\Sigma$ AP+ $\Sigma$ NAP	
<b>Allochtone soorten</b>				
Abies	+	+	+	Zilverspar
Picea	+	+	+	Spar
<b>Droog bos</b>				
Acer campestre type	+	+	+	Esdoorn type
Betula	35	2,84	2,52	Berk
Corylus avellana	115	9,33	8,28	Hazelaar
Fagus sylvatica	4	0,32	0,29	Beuk
Fraxinus	5	0,41	0,36	Es
Pinus	31	2,52	2,23	Den
Quercus	495	40,18	35,64	Eik
Tilia	118	9,58	8,50	Linde
Tilia platyphyllos	2	0,16	0,14	Zomerlinde
Ulmus	24	1,95	1,73	Iep
Hedera helix	1	0,08	0,07	Klimop
Humulus lupulus	1	0,08	0,07	Hop
Lonicera periclymenum	+	+	+	Wilde kamperfoelie
Geum	1	0,08	0,07	Nagelkruid
Viscum album	3	0,24	0,22	Maretak
Dryopteris type	69	5,60	4,97	Niervaren type
Polypodium	6	0,49	0,43	Eikvaren
Pteridium aquilinum	14	1,14	1,01	Adelaarsvaren
<b>Nat bos</b>				
Alnus	403	32,71	29,01	Els
Salix	+	+	+	Wilg
<b>Hoogveen/heide</b>				
Juniperus communis	1	0,08	0,07	Jeneverbes
Myrica gale	13	1,06	0,94	Wilde gagel
Ericales	9	0,73	0,65	Heideachtigen
Gentiana pneumonanthe type	1	0,08	0,07	Klokjesgentiaan type
Jasione montana	+	+	+	Zandblauwtje
Sphagnum	6	0,49	0,43	Veenmos
Sphagnum cuspidatum type	6	0,49	0,43	Waterveenmos type

Bijlage 4 Zutphen-Looërenk, resultaten van de pollenanalyse (vervolg).

<b>Vondstnummer</b>	<b>3838</b>			
<b>Cultuurgewassen</b>				
Cerealia type	5	0,41	0,36	Graan type
<b>(Akker)onkruiden minder specifiek</b>				
Anthemis type	+	+	+	Schubkamille type
Artemisia	+	+	+	Alsem
Chenopodiaceae	5	0,41	0,36	Ganzenvoetfamilie
Polygonum persicaria type	+	+	+	Perzikkruid type
<b>Graslanden</b>				
Campanula	+	+	+	Klokje
Centaurea nigra type	+	+	+	Knoopkruid type
Geranium molle type	+	+	+	Zachte ooievaarsbek type
Medicago lupulina type	+	+	+	Hopklaver type
Mentha type	+	+	+	Munt type
Plantago lanceolata	12	0,97	0,86	Smalle weegbree
Poaceae	70	5,68	5,04	Grassenfamilie
Potentilla type	1	0,08	0,07	Ganzerik type
Ranunculus acris type	3	0,24	0,22	Boterbloem type
Rhinanthus type	+	+	+	Ratelaar type
Rumex acetosa type	3	0,24	0,22	Veldzuring type
Succisa pratensis	1	0,08	0,07	Blauwe knoop
<b>Moeras</b>				
Cyperaceae	9	0,73	0,65	Cypergrassenfamilie
Iris pseudacorus	+	+	+	Gele lis
Typha latifolia	+	+	+	Grote lisdodde
<b>Open zoet water</b>				
Lemna	3	0,24	0,22	Kroos
<b>Diversen</b>				
Apiaceae	+	+	+	Schermbloemenfamilie
Asteraceae liguliflorae	10	0,81	0,72	Lintbloemige composietenfamilie
Asteraceae tubuliflorae	1	0,08	0,07	Buisbloemige composietenfamilie
Caryophyllaceae	+	+	+	Anjerfamilie
Cerastium fontanum type	1	0,08	0,07	Hoornbloem type
Cerastium fontanum groep	+	+	+	Hoornbloem groep
Hydrocotyle vulgaris	3	0,24	0,22	Waternavel
Lysimachia	1	0,08	0,07	Wederik
Plantago major	1	0,08	0,07	Grote weegbree
Stachys type	+	+	+	Andoorn type
Varia	1	0,08	0,07	Varia
Indet.	68	5,52	4,90	Ondetermineerbaar pollen

Bijlage 5 Zutphen-Looërenk, overzicht van de meetgegevens van grote pollenkorrels van grassen.

Legenda: + = geteld, S = scherp, A = Avena-type, H = Hordeum-type,  
T = Triticum-type, fH = fijn Hordeum-type, ? = niet goed zichtbaar.

diameter	porediam.	annulus	annulus	structuur	geteld	interpretatie
in $\mu\text{m}$	in $\mu\text{m}$	diam.	begrenzing			
in $\mu\text{m}$	in $\mu\text{m}$	in $\mu\text{m}$				
>36	5	12,5	S	A	-	Avena
41	4	11	S	A	-	Avena
>41	4	12	S	A	-	Avena
>43	4,5	12	S	A	+	Avena
45	4	9,5	S	A	-	Avena
52	5,5	13	S	A	-	Avena
>52	4	12	S	A	-	Avena
>38	5,25	12	S	A/H	+	Cereaal
53	4,5	12	S	A/H	-	Cereaal/Hordeum
36	4	12	S	H	-	Hordeum (klein)
38	4	11,5	S	H	-	Hordeum (klein)
38,5	4	11	S	H	-	Hordeum
>38	4,5	12	S	H	-	Hordeum
40	5	12	S	H	-	Hordeum
41	4	12	S	H	-	Hordeum
>41	5,25	12	S	H	-	Hordeum
43	4	11	S	H	-	Hordeum
>43	4,5	12	S	H	-	Hordeum
44	4,5	10,5	S	H	-	Hordeum
45	6	12,5	S	H	-	Hordeum
45	4	11,5	S	H	-	Hordeum
46	5	12,5	S	H	-	Hordeum
48	4	12	S	H	-	Hordeum
50	4,5	13	S	H	-	Hordeum
49	5	12	S	H?	-	Cereaal
37	3,75	10	S	H	+	Poaceae
>41	3,5	12	S	H	-	Poaceae
<41	5,25	12	S	T	-	Triticum
46	4	10,5	S	T	-	Triticum
48	4	11,5	S	T	-	Triticum
>48	4	11	S	T	-	Triticum
>49	6,5	15,5	S	T	-	Triticum
>53	5,5	13,5	S	T	-	Triticum
55	5,25	>12	S	T	-	Triticum
52	3	10,5	S	T	-	Triticum monococcum
>45	4	11	S	T	+	Triticum (Secale-achtig)
55	4,5	11,5	S	fT	-	Triticum (Secale-achtig)
>41	4,5	12	S	T/H	-	Cereaal
43	4	-	S	T	-	Cereaal
>48	5	11,5	S	T?	+	Cereaal
55	5	13,5	S	T?	+	Cereaal
38	3	8,5	S	T	-	Poaceae
40	3	8,5	S	T	+	Poaceae
40	3	11	S	T	-	Poaceae
44	3,75	7,5	S	T	+	Poaceae
52	3	10	S	T	-	Poaceae
41	3	9,5	S	?	-	Poaceae
41	3	10	S	?	-	Poaceae