

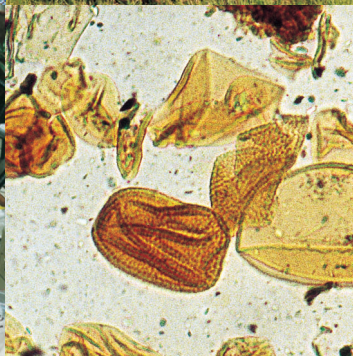
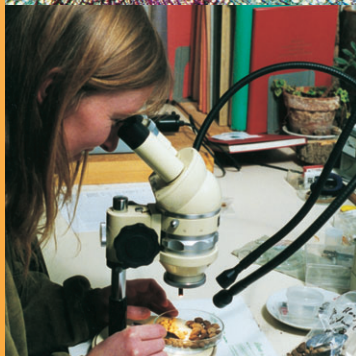
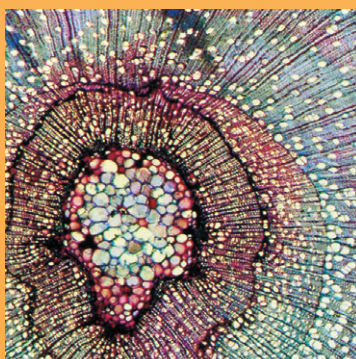
BIAXiaal

180

Botanisch onderzoek (hout, houtskool, zaden en pollen) van de Gallo-Romeinse tempel van Elst-Westeraam.

P. van Rijn
H. van Haaster
L. Kubiak
M. van Waijjen

Februari 2004



Onderzoeks- en Adviesbureau
voor Biologische Archeologie en Landschapsreconstructie

Colofon

Titel:

BIAXiaal 180

Botanisch onderzoek (hout, houtskool, zaden en pollen) van de Gallo-Romeinse tempel van Elst-Westeraam.

Auteurs:

P. van Rijn, H. van Haaster, L. Kubiak, M. van Waijjen.

Opdrachtgever:

Gemeente Nijmegen, Bureau Archeologie

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

1. Inleiding

In de zomermaanden van 2002 zijn tijdens het bouwrijp maken van het plangebied Elst-Westeraam door amateurarcheologen natuurstenen muurresten uit de Romeinse Tijd aangetroffen. Deze vondst was aanleiding voor een archeologisch onderzoek dat werd uitgevoerd door het Bureau Archeologie van de gemeente Nijmegen in samenwerking met de gemeente Westeraam, de Provincie Gelderland, het Archeologisch Instituut van de Vrije Universiteit in Amsterdam en RAAP. De centrumcoördinaat van de vindplaats is 187.307,5 / 437.084,7.

De muurresten bleken te behoren tot de funderingen van een tempel die omstreeks 100 n. Chr. gebouwd is. De plattegrond van de funderingsresten, twee rechthoeken binnen elkaar, maakte duidelijk dat het ging om de restanten van een Gallo-Romeinse omgangstempel. Onder deze tempel kwamen funderingssporen van twee houten voorgangers tevoorschijn.

Op grond van het gebruikte bouw materiaal bestaat het vermoeden dat soldaten van het in Nijmegen gelegerde Tiende Legioen nauw bij de bouw van de tempel rond het jaar 100 betrokken waren. Voor het tempelgebouw lag een open ruimte die omgeven was door een omheining van dikke, dicht tegen elkaar geplaatste planken. In deze tempelhof zijn vele grondsporen aangetroffen met daarin verkoolde zaden, verkoold bot en houtskool, resten van offers en rituele maaltijden.

In veel gevallen liggen Gallo-Romeinse omgangstempels op bijzondere plaatsen in het landschap. Dit lijkt met de tempel op Elst-Westeraam ook het geval te zijn. De tempel is gebouwd op de hoger gelegen, westelijke oeverwal van een dichtgeslibde riviertak. Deze oeverwal is in de Romeinse Tijd waarschijnlijk als een hoge en droge verbindingroute door de lager gelegen, natte komkleigebieden gebruikt. Daarnaast is er waarschijnlijk een weg geweest door de natte klei van de dichtgeslibde rivierarm naar de overzijde, waar toentertijd een *villa rustica* (grootschalig agrarisch bedrijf) lag. De tempel zou dan op een kruispunt van wegen gestaan kunnen hebben. Vergelijkbare heiligdommen zijn in Nederland alleen bekend uit enkele centra van Bataven in en rond de Betuwe, zoals Nijmegen, Cuijk en het centrum van Elst. Tempels op het Romeinse platteland, zoals in Elst-Westeraam zijn vrijwel onbekend. Een vergelijkbare Gallo-Romeinse tempel is alleen bekend uit Empel.¹

Ten behoeve van zaden- en houtskoolonderzoek zijn uit diverse grondsporen met een donkere vulling, kuiltjes en ovens/haardplaatsen, monsters genomen. Tevens zijn in diverse profielwanden pollenbakken geslagen en zijn uit twee 4^{de}-eeuwse graven pollenmonsters genomen. Van een houten omheining om het tempelterrein heen zijn planken en resten van planken verzameld.

Het doel van het botanisch onderzoek was ten eerste inzicht te verkrijgen in allerlei door de mens ontplooidde activiteiten in en rond de tempel en ten tweede informatie te verzamelen over de lokale milieu-omstandigheden en vegetatie. Een belangrijk onderdeel van het houtonderzoek was het bepalen van de geschiktheid voor dendrochronologisch onderzoek.

Het zadenonderzoek is verricht door L. Kubiak, evenals het onderzoek aan bereide voedselresten. Over dit laatste heeft zij het rapport geschreven. De rapportage van het zadenonderzoek is geschreven door H. van Haaster. Het hout- en houtskoolonderzoek is verricht door P. van Rijn en het pollenonderzoek is verricht door M. van Waijen.

¹ Roymans & Derks 1994.

2. Materiaal en methode

2.1 BOTANISCH ONDERZOEK

Het botanisch onderzoek is in twee fasen uitgevoerd. De eerste fase bestond uit het inventariseren van 35 grondmonsters die tijdens het archeologisch onderzoek waren genomen. Hierbij werd de conserveringstoestand, rijkdom en globale soorten-samenstelling van de monsters onderzocht. De resultaten van deze inventarisatie staan vermeld in *bijlage 1*. Op basis van de inventarisatie is een aanbeveling gedaan voor gedetailleerde vervolganalyse van negen monsters. Een overzicht van de geanalyseerde monsters met hun contextgegevens is opgenomen in *tabel 1*.

Tabel 1 Elst-Westeraam, overzicht van geanalyseerde grondmonsters.

put	vondstnr	monsternr	context
2	52	?	haardkuiltje
12	57	M1	haardkuiltje
15	9	?	haardkuiltje
15	29	M3	haardkuiltje
19	27	M3	haardkuiltje
19	36	M6	haardkuiltje
19	47	M9	haardkuiltje
22	36	M1	haardkuiltje
22	52	M2	haardkuiltje

Onder de buitenste fundering van de tempel werden twee concentraties pruimenpitten aangetroffen. Het gaat om de vondstnummers 76 en 94 (put 2, vlak 3). Veel pitten bevatten knaagsporen van muizen waardoor het sterke vermoeden bestaat dat de pitten de voedselvoorraad van een (sub)recente muis vertegenwoordigen. Hierdoor bestaat onzekerheid over de datering van de pitten. We gaan er daarom veiligheidshalve vanuit dat de pitten niet in de Romeinse Tijd gedateerd moeten worden.

2.2 ONDERZOEK AAN BEREID VOEDSEL

Zes fragmenten van verkoold en tot voedsel bewerkt plantaardig materiaal zijn door L. Kubiak onderzocht met een JEOL JSM-5400 scanning elektronen microscoop van het Nationaal Herbarium te Leiden. De fragmenten van ca. 0,5 tot 1 cm in diameter zijn gemonteerd op houders van de microscoop met dubbelzijdige geleidende koolstofhoudende tape. Alle monsters zijn onder vacuüm met goudpoeder afgedekt om het breekbare verkoolde materiaal bij elkaar te houden tijdens het scanning proces. De monsters zijn vervolgens gefotografeerd en beschreven.

Voor verder onderzoek zijn bovendien twee fragmenten geselecteerd voor chemische analyse uitgevoerd met behulp van gas chromatografische massaspectrometrie (GSMS). De chemische analyses zijn uitgevoerd door M. van Bommel en H. van Keulen van het Instituut Collectie Nederland (ICN). Het rapport van het ICN is als *bijlage 2* bijgevoegd.

2.3 HET HOUTONDERZOEK

De houten omheining bestond uit dikke planken die rechtop en dicht tegen elkaar aan geplaatst waren in een greppel. Dertig planken of fragmenten ervan zijn onderzocht door de houtspecialist in het depot van het Bureau Archeologie te Nijmegen. Het hout is bekeken op houtsoort en mogelijkheden voor dendrochronologisch onderzoek. Het was door de staat van conservering van het hout vrijwel niet mogelijk te bepalen op welke wijze de planken uit de boom zijn gehaald en bewerkingssporen waren niet meer zichtbaar.

Bij het onderzoek lag de nadruk op de mogelijkheden van dendrochronologisch daterend onderzoek om een exacte datering te krijgen voor de bouw van de omheining. Hiertoe zijn veertien stukken hout geselecteerd. Een vijftiende monster was afkomstig van een eik die bij toeval is aangetroffen bij de aanleg van een watergang ten oosten van het tempelterrein.² Het daterend dendrochronologisch onderzoek is verricht door het Nederlands Centrum voor Dendrochronologie te Amersfoort, RING. De monsters zijn in verband met de slechte conserveringstoestand van het hout niet met een gewone handzaag gezaagd door de houtspecialist, maar door RING, die beschikt over een elektrische fijntandige lintzaag. Hierdoor was het niet mogelijk tijdens het houtonderzoek een goede schatting te maken van het aantal jaarringen en daarom is alles geselecteerd dat maar enige kans van slagen zou kunnen hebben bij het daterend onderzoek. Door de slechte conserveringstoestand en de oorspronkelijke bewerking van stam tot plank zijn bij vele planken de spintringen verdwenen. In dat geval zijn alleen dateringen mogelijk met een *terminus post quem*.

De houtgegevens zijn ingevoerd in een EXCEL-.file.

2.4 HOUTSKOOLONDERZOEK

Tijdens de inventarisatie van de grondmonsters zijn de houtskoolfragmenten apart gehouden. Alle monsters met meer dan veertig fragmenten, in totaal zestien, zijn geselecteerd voor houtskoolanalyse. Dit aantal werd voldoende geacht om een algemeen beeld te krijgen van het houtgebruik. Een aantal monsters bleek uiteindelijk echter minder dan veertig determineerbare fragmenten te bevatten en daarom is van andere monsters met meer dan honderdvijftig fragmenten nog een aantal extra determinaties uitgevoerd om te zien of het aantal soorten binnen deze monsters daardoor werd uitgebreid. De fragmenten zijn niet geheel willekeurig voor determinatie uitgekozen. In een poging een zo breed mogelijk beeld te krijgen van het spectrum van houtsoorten en een te groot aandeel van onbepaalde materiaal als schors of bast te vermijden, zijn de fragmenten geselecteerd op verschillen in fragmentatie, kleur en hardheid.

De houtskool is bekeken onder een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen van 10 en 100x. Als referentiesleutel is Schweingruber gebruikt.³ De resultaten zijn ingevoerd in een EXCEL file.

Het determineren van hout kent een aantal beperkingen. Een aantal taxa zoals eik (*Quercus*), populier (*Populus*) en wilg (*Salix*) zijn houtanatomisch niet nader dan tot het niveau van het genus te determineren. Soms is het niet mogelijk een onderscheid te maken tussen populier en wilg en worden beide taxa aangegeven. Binnen de naaldboutsoorten *Pinus sylvestris* (grove den) en *P. mugo* is houtanatomisch geen onderscheid te maken. *Pinus mugo* is echter afkomstig uit toendra-achtige streken en zal in deze periode niet gegroeid hebben in West- en Midden-Europa. Daarom gaan we ervan uit dat we hier te maken hebben met *Pinus sylvestris*.

Bij els is geen onderscheid te maken tussen de zwarte (*A. glutinosa*) of grauwe els (*A. incana*) en worden beide soorten aangegeven.

Soms was er door de slechte staat van conservering alleen onderscheid te maken tussen loof- en naaldbout.

2.5 POLLENONDERZOEK

Zoals gebruikelijk is er eerst een inventarisatie uitgevoerd aan de pollenmonsters om informatie te krijgen over de geschiktheid van de monsters voor vervolgonderzoek. Dergelijke inventarisatie houdt in dat er gekeken wordt of de monsters rijk genoeg zijn aan (determineerbaar) pollen om aan de hand van analyse een beeld te krijgen van de

² Coördinaten: 187.461/437.261.

³ Schweingruber 1982.

vegetatie ten tijde van het gebruik van de tempel. Bij inventariserend onderzoek wordt gelet op de conserveringstoestand van het pollen en op de rijkdom en variatie van het materiaal.

Uit de pollenbakken zijn, aan de hand van de bijgeleverde profieltekeningen, submonsters ten behoeve van pollenonderzoek genomen. De profielbeschrijvingen van de pollenbakken, met daarin aangegeven de plekken waar de pollenmonsters genomen zijn, staan in *bijlage 3*.

Er is steeds precies 2 cm³ materiaal verzameld, met uitzondering van de twee monsters genomen onder de skeletten, waarbij het hele monster (circa 5 cm³) chemisch is behandeld. De pollenmonsters zijn vervolgens bereid volgens de standaardmethode van Erdtman.⁴ Van elk pollenresidu zijn twee preparaten vervaardigd. De bereiding is uitgevoerd door M. Konert van de Vrije Universiteit te Amsterdam. Om een indruk te krijgen van de pollenconcentratie in het materiaal is aan een vast volume (2 cm³) een bekende hoeveelheid sporen van een exoot (*Lycopodium*) toegevoegd. Aan de skeletmonsters zijn geen Lycopodiumpillen toegevoegd.

Bij de inventarisatie van het pollenspectrum is gebruik gemaakt van een doorvallend lichtmicroscop met vergrotingen tot 400 x. Daarbij is gekeken naar (soorten)rijkdom van het materiaal en aantasting van het pollen. Aan de hand van deze gegevens wordt een uiteindelijke conclusie getrokken over de telbaarheid van het spectrum.

Daarnaast is gekeken naar de globale pollensamenstelling van de monsters om een idee te krijgen van de mogelijkheid om aan de hand van de monsters uitspraken te doen omtrent de vegetatie ten tijde van het gebruik van de tempel.

3. Resultaten

3.1 BOTANISCH ONDERZOEK

3.1.1 Gebruiksplanten

Bij de inventarisatie is in vondstnummer 52 een kersenpit aangetroffen, het kan er een van de zoete (*Prunus avium*) maar ook van de zure kers geweest zijn (*P. cerasus*). De zoete kers is inheems, de zure kers is ingevoerd in de Romeinse Tijd.

De analyseresultaten staan weergegeven in *bijlage 4*. In bijna alle monsters zijn verkoolde graankorrels aangetroffen. Vele waren sterk gefragmenteerd waardoor niet meer met zekerheid kon worden vastgesteld van welke soort ze afkomstig zijn. Met zekerheid zijn vier soorten graan aangetoond: haver (*Avena sativa*), gerst (*Hordeum vulgare*) en emmertarwe (*Triticum dicoccon*). Een beschadigde graankorrel is afkomstig van broodtarwe of spelt (*Triticum aestivum/spelta*). Als we afgaan op de hoeveelheid aangetroffen resten, waren gerst en emmertarwe de meest voorkomende granen. Beide zijn in de Romeinse Tijd populaire granen. Gerst en emmertarwe werden veel door de inheemse boeren in ons land verbouwd, maar ook in Romeinse context worden deze granen gevonden.⁵ Er zijn ook aanwijzingen dat de cultuur van bijvoorbeeld emmertarwe onder invloed van de Romeinse aanwezigheid is geïntensiveerd en dat emmertarwe door de Romeinse bezetters bij inheemse boeren werd gekocht of als een soort belasting bij de boeren werd geïnd.⁶

3.1.2 Onkruiden

Onkruidzaden die in grondsporen uit archeologische context worden aangetroffen, geven vaak waardevolle informatie over menselijke activiteiten en milieu-omstandigheden op en

⁴ Erdtman 1960.

⁵ Beide granen zijn o.a. op de Romeinse *villa rustica* van Voerendaal verbouwd, Kooistra 1996.

⁶ Groenman van Waateringe 1989; Pals 1997: 36.

rond een nederzetting. Vaak wordt in dit opzicht onderscheid gemaakt tussen verkoolde en onverkoolde onkruidzaden. De onverkoolde zaden worden dan geïnterpreteerd als afkomstig van een locale onkruidvegetatie. Van de verkoolde zaden wordt meestal aangenomen dat ze samen met akkerbouwproducten op een nederzetting terecht zijn gekomen.⁷ Door processen die met het zuiveren van de oogst (bijvoorbeeld eesten) of met de voedselbereiding te maken hebben, zouden de onkruiden dan samen met de cultuurgewassen waar ze als akkeronkruid tussen stonden verkoold zijn geraakt. In het geval van de verkoolde onkruiden uit de onderzochte grondsporen zou dit dan betekenen dat ze waarschijnlijk tussen de in de kuilen aangetroffen granen hebben gestaan. Waarschijnlijk zat de werkelijkheid rond de tempel van Elst-Westeraam echter iets ingewikkelder in elkaar. Het lijkt er immers sterk op dat we met de onderzochte contexten te maken hebben met restanten van kampvuurtjes waarin etensresten zijn terechtgekomen.

Van de meeste onkruidsoorten die in *bijlage 4* vermeld staan, zijn slechts één of twee zaden gevonden. De meeste soorten komen algemeen voor op door mensen beïnvloede standplaatsen zoals, akkers, tuinen, wegbermen, erven en afvalhopen. Ze kunnen in de nabije omgeving van de tempel hebben gestaan, of tussen het aangetroffen graan hebben gestaan. Van hondspeterselie (*Aethusa cynapium*) en melganzenvoet (*Chenopodium album*) zijn onverkoolde zaden gevonden. Dat betekent dat deze onkruiden met zekerheid op het tempelterrein hebben gestaan. Melganzenvoet is een zeer algemeen voorkomend onkruid. Dit geldt niet voor hondspeterselie. Deze plant komt voornamelijk op löss en zandige klei voor. Als tuinonkruid is hondspeterselie door haar giftigheid gevaarlijk, omdat de planten zeer veel lijken op de echte tuinpeterselie (*Petroselinum crispum*).

Ook van de hoge cyperzegge (*Carex pseudocyperus*) is het niet zo waarschijnlijk dat deze tussen het graan op de akker stond. Het is een echte oeverplant die beslist een natte standplaats nodig heeft.

3.2 ONDERZOEK AAN BEREID VOEDSEL

Tijdens het inventarisatiewerk aan botanische monsters zijn in enkele van de monsters fragmenten van verkoold bereid voedsel gevonden (zie *bijlage 1*, gemarkeerd met SEM in opmerkingen).

Het determineren van resten van bereid voedsel uit archeologische context is in veel gevallen problematisch als we alleen gebruikmaken van de normaal toegepaste methode met de opvallend-lichtmicroscop. De reden hiervan is de manier waarop het voedsel bereid is, gewoonlijk door malen of stampen, waardoor de morfologische kenmerken van de plantenresten vernietigd zijn. Een alternatieve methode is een scanning elektronen-microscop (SEM) te gebruiken. Hiermee is het mogelijk de micromorfologische kenmerken van heel kleine fragmenten van plantenweefsel te bestuderen (zoals fragmenten van epidermis) die in sommige gevallen de voedselbereiding overleefd hebben.⁸ Onder de SEM is het mogelijk dergelijke fijne fragmenten te zien, ingebed in het matrixmateriaal van het bereide voedsel.

De verkoolde fragmenten van tot voedsel bereid plantaardig materiaal, die in Elst-Westeraam zijn aangetroffen, kunnen onderscheiden worden in twee typen:

⁷ Knörzer 1972: 100; Bakels 1978: 68; Pals 1984: 314; Gehasse 1995: 61.

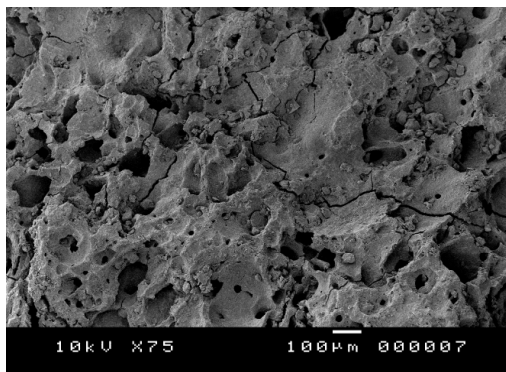
⁸ Epidermis is de buitenste laag van plantenweefsel, de huid, als het ware.

Type 1: een broodachtige substantie. Dergelijke fragmenten zijn gevonden in:

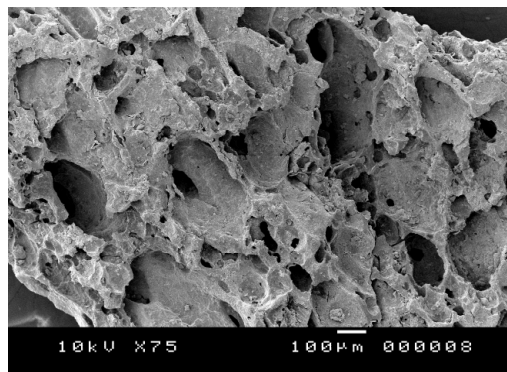
put 15, vondstnummer 9 (*figuur 1a, b en c*)

put 19, vondstnummer 36 (*figuur 2a en b*)

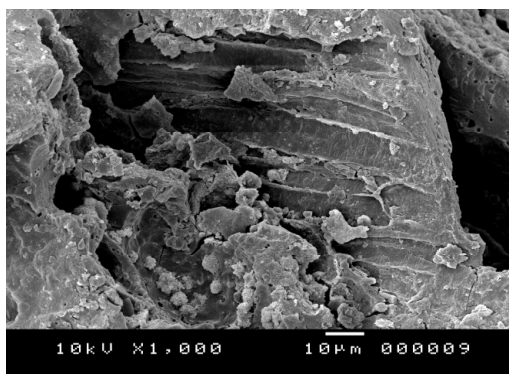
put 22, vondstnummer 52



Figuur 1a

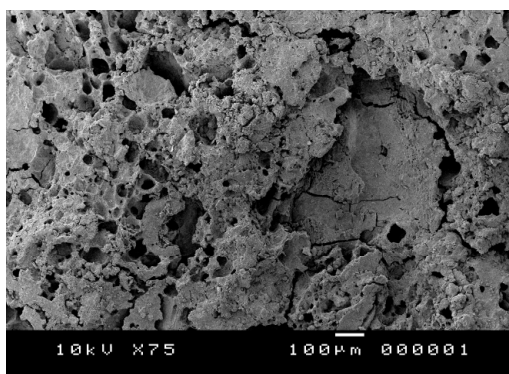


Figuur 1b

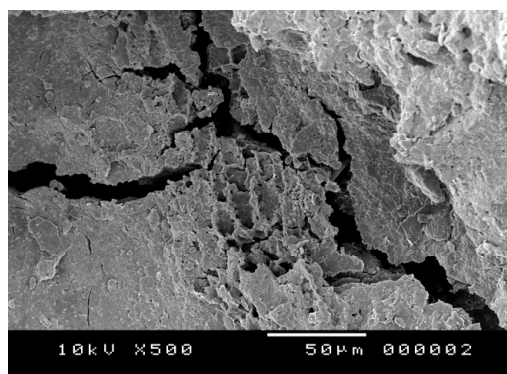


Figuur 1c

Figuur 1 Elst-Westeraam, SEM-foto's van een verkoold fragment van tot voedsel bereid plantaardig materiaal (Type 1), mogelijk brood, uit put 15, vondstnummer 9: (a en b) fijne textuur met onregelmatige luchtballen; (c) fragment van plantweefsel dat is ingebed in het moedermateriaal.



Figuur 2a



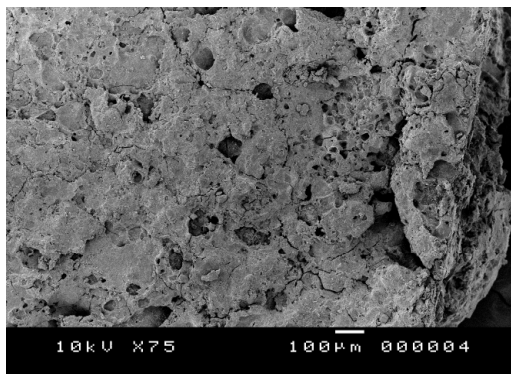
Figuur 2b

Figuur 2 Elst-Westeraam, SEM-foto's van een verkoold fragment van tot voedsel bereid plantaardig materiaal (Type 1), mogelijk brood, uit put 15, vondstnummer 36: (a) fijne textuur met onregelmatige luchtballen; (b) ingebed epidermisfragment met een voor grassen karakteristieke structuur.

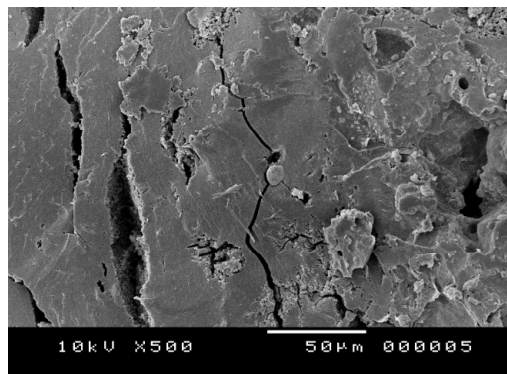
Fragmenten van dit type werden onder de scanningmicroscopie gekenmerkt door een fijne textuur met onregelmatige luchtballen (*figuur 1 en 2*). Hier en daar waren zeer kleine fragmenten van plantweefsel te herkennen binnen het moedermateriaal, waarvan één het oppervlak van een epidermis vertoonde met een celstructuur die karakteristiek is voor de

familie der Poaceae, of grasachtigen (*figuur 2b*). Vanwege de slechte conservering was het niet mogelijk met zekerheid te bepalen of het fragment van de epidermis afkomstig was van een graansoort of van andere grasachtigen. Het lijkt er echter op dat deze insluitingen dorsresten van granen zijn.

Type 2: vast plantaardig materiaal uit:
put 19, vondstnummer 36 (*figuur 3a en b*)



Figuur 3a



Figuur 3b

Figuur 3 Elst-Westeraam, SEM-foto's van een verkoold fragment van tot voedsel bereid plantaardig materiaal (Type 2), uit put 15, vondstnummer 36: (a) fijn gemalen, compact plantaardig materiaal; (b) glasachtig uiterlijk in de dwarsdoorsnede.

Onder de scanning microscoop leken deze fragmenten te bestaan uit een matrix van fijn gemalen plantaardig materiaal met heel weinig en kleine luchtbelletjes (*figuur 3a*). In de dwarssectie van een van de onderzochte fragmenten werd een glasachtige substantie opgemerkt (*figuur 3b*) die gewoonlijk karakteristiek is voor plantaardig weefsel dat rijk is aan suikers of proteïne.

Om bevestiging te krijgen van deze aanwijzingen voor de aanwezigheid van granen op grond van morfologische kernmerken, is van beide typen een fragment ingezonden voor chemische analyse. Op grond van de scanningresultaten werd gekozen voor twee verschillende analyses. De ene is bedoeld om de aan- of afwezigheid van koolhydraten, met name de polysacchariden vast te stellen, die het hoofdbestanddeel uitmaken van granen, wortels, wortelstokken, zaden en fruit. De tweede analyse was bedoeld om de aan- of afwezigheid van eiwitten aan te tonen.

De kwantitatieve analyses lieten zien dat het materiaal uit put 15, vondstnummer 9 (representatief voor Type 1) voor 37% uit koolhydraten bestond, dat wil zeggen in de vorm van polysaccharide zetmeel met name van granen, terwijl het materiaal uit put 19, vondstnummer 36 (representatief voor Type 2) 2,4% aan koolhydraten bevatte. Verder is in het laatste monster ook een kleine hoeveelheid eiwitten aangetroffen, hetgeen een normaal bestanddeel uitmaakt van polysacchariden. De resultaten van de chemische analyse van put 19, vondstnummer 36 (Type 2) wijzen dus ook op de aanwezigheid van zetmeel van granen.

Concluderend kan worden gezegd dat de fijne textuur van de fragmenten ingedeeld in Type 1, samen met de epidermis-fragmenten een aanwijzing zijn voor voedsel dat gemaakt is van fijn gemalen plantaardig materiaal, meest waarschijnlijk fijn meel. De fijne textuur met de onregelmatige luchtballen is een aanwijzing dat het bij dit materiaal gaat om resten van brood van fijn gemalen meel. Bij papresten zou je een grovere substantie verwachten. Mogelijk is zulk fijn meel geproduceerd door het meel ook nog eens extra te

zeven. Het probleem is echter dat bij gebruik van fijngemalen en gezeefd meel geen herkenbare kafresten over blijven, waardoor het onmogelijk is de soort graan te bepalen.

Door de textuur en de onregelmatige luchtbellens lijken de fragmenten sterk op de broodresten die op de Romeinse vindplaats Kesteren gevonden zijn, behalve dat in Elst-Westeraam fijner meel is gebruikt. In Kesteren is de aanwezigheid van kafresten van emmer (*Triticum dicoccon*) een overtuigend bewijs voor brood gemaakt van emmertarwe.⁹ Bij het zadenonderzoek van Elst-Westeraam is, hoewel in zeer kleine aantallen, de aanwezigheid van emmer en misschien ook spelt op het tempelterrein aangetoond.¹⁰

De aanwezigheid van zetmeel van granen en proteïnen, typisch voor dit polysaccharide zetmeel, in Type 2 wijst wel op voedsel bereid van granen, maar dit is hoogstwaarschijnlijk geen brood. De compacte textuur suggereert eerder voedsel als pap of een granenbrij.

De chemische analyses bevestigen de resultaten van het SEM-onderzoek. Het percentage aan koolhydraten gevonden in het materiaal van Type 1 (37%) is te vergelijken met de hoeveelheid van 60%, gevonden in 'prehistorisch' brood dat bij wijze van experiment gemaakt is in Engeland.¹¹ Het lagere percentage in het materiaal van Elst kan volgens de onderzoekers van het ICN verklaard worden door de zware verkoling van het materiaal, waardoor veel van het zetmeel vernietigd kan zijn. De hoeveelheid koolhydraten in de vorm van polysaccharide zetmeel is, ook in de fragmenten van Elst-Westeraam, nog steeds voldoende om te kunnen spreken van met granen bereid voedsel.

Het is interessant om te weten dat de Romeinen een aantal verschillende soorten brood kenden: *autopyron* was een grof, donker mengsel van zemelen met wat meel, speciaal gemaakt voor slaven en honden. *Athletae* was ongegist brooddeeg gemengd met een soort zachte kwark. *Buccellatum* was droge beschuit of een droog brood, bestemd voor de troepen, en *Artophites* was een licht brood, gemaakt van de beste bloem, met gist en gebakken in een vorm. Vele verkoolde broden van dit type zijn gevonden in Pompeii, in een bakkersoven.¹²

3.3 HET HOUTONDERZOEK

3.3.1 Houtsoorten

Er zijn dertig stukken hout bekeken. In *bijlage 5* wordt een overzicht gegeven van de resultaten.

De conserveringstoestand van het hout was slecht tot zeer slecht. De celstructuur tussen de harde delen van de mergstralen was aan de buitenkant van de objecten vaak verdwenen. Alleen de onderste delen van de planken waren bewaard gebleven over lengtes variërend tussen 10 en 40 cm. De gemeten breedtes en diktes zijn niet die van de oorspronkelijke planken doordat voor-, achter- en zijkanten weggerot waren en de meeste planken in meerdere stukken uiteengevallen waren die niet meer aan elkaar te passen waren.

Van alle planken, palen en brokken waren 28 van eik. Eenmaal kon de houtsoort niet bepaald worden en eenmaal betrof het een stuk rondhout, mogelijk een stuk paal, van grove den (vondstnummer 113-WP 14). Dit stuk hout was echter niet Romeins maar kwam uit een post-Middeleeuwse greppel.

⁹ Kubiak-Martens 2000.

¹⁰ Zie 3.1.1 van dit rapport.

¹¹ Renfrew 1973: 191.

¹² Soyer 1853, citaat in Renfrew 1973.

3.3.2 *Bewerking*

De individuele delen van de planken waren over het algemeen tussen de 10 en 24 cm breed. In een paar gevallen konden de stukken aan elkaar gevoegd worden tot bredere delen. De dikte varieerde tussen 5 en 11 cm. Zoals al eerder gezegd zijn dit minimale breedtes en diktes. De originele maten zullen groter geweest zijn. De breedte van de planken loopt soms door over de hele diameter van de stam, sommige slechts tot het hart van de stam. Maar die laatste vorm kan het gevolg zijn van het tijdens het opgraven splijten van het hout op het zwakste deel, namelijk het hart van de stam. Dat zou misschien het beste op te maken zijn door de geregistreerde breedtes te vergelijken met de breedtes van de planken op de vlaktekening.

Bast en de buitenste ringen van de stam zijn weggekapt. Bij geen van de planken is iets van bast of schors aangetroffen. De onderkanten van de planken waren in veel gevallen aan één brede zijde schuin afgehakt over een lengte variërend van 2 tot 9 cm. Een enkele plank was aan vier zijden bekapt en aangepunt.

Op vondstnummers 67.1, 71 en 73 B waren op de afschuiningen en punten bijlinslagen te zien. De bijlinslagen waren minimaal 7 cm breed en vlak in de lengte en de breedte van de inslag. De onderkant van de bijl had een enigszins gebogen snedevorm.

3.3.3 *Dateringen*

De enkele eik aangetroffen bij de aanleg van de watergang ten oosten van het tempelterrein, had een datering van zijn laatst gemeten ring in 3904 v. Chr. Tien van de veertien dendrochronologische monsters die van de omheining zijn genomen, konden gedateerd worden. Drie monsters, vondstnummers 24/224, 14/119.4 en 14/196.6 hebben een zeer grote onderlinge overeenkomst en zijn dan ook van dezelfde boom afkomstig.

Een nadere uitwerking en interpretatie van de onderzoeksgegevens wordt gegeven in tabel 2.

Tabel 2 Elst-Westeraam, interpretatie van de dateringsresultaten.

werkput/vnr.	einddatering	schatting ontbrekend spinhout ¹³	veldatum
Boom uit watergang	3904 BC	+ 26 ± 8	3878 BC ± 8
22/073c	11 BC	+ ≥ 20 ± 6	na 10 AD ± 6
14/114	18 AD	+ 16 ± 6	34 AD ± 6
22/073d	51 BC	+ ≥ 20 ± 6	na 31 BC ± 6
14/119.4	16 AD	+ 20 ± 6	36 AD ± 6
22/067.2	11 BC	+ ≥ 20 ± 6	na 10 AD ± 6
22/071	4 AD	+ ≥ 20 ± 6	na 24 AD ± 6
22/073a	17 AD	+ ca. 4 + 11?	32 AD ± 6
14/119.6	16 AD	+ 17 ± 6	33 AD ± 6
22/073b	27 BC	+ ≥ 20 ± 6	na 7 BC ± 6
22/076.2	35 BC	+ ≥ 20 ± 6	na 15 BC ± 6

Als er een gemeenschappelijke veldatum voor het eikenhout van de palissade rond de *temenos* is zou deze dus liggen tussen 30 AD en 38 AD.¹⁴ De staat van bijna alle monsters is echter slecht, vooral aan de buitenkant, waardoor spinhout moeilijk met zekerheid te constateren is. Bij de monsters met vondstnummers 14/114, 14/119.6 en mogelijk ook bij 14/119.4 lijkt er, wat betreft kleur en zachtheid, wel sprake te zijn van spinhout, maar is er geen duidelijke grens en zijn er geen open vaten. Er kan ook sprake zijn van een bacteriële aantasting. Dit geldt ook voor monster 22/073a.

¹³ Volgens Hollstein 1980.

¹⁴ Zie de met een * gemarkeerde veldata.

Als er geen spinhout aanwezig is, ligt de veldatum voor de monsters 14/114, 14/119.6 en 14/119.4 (één boom) dus ná 36-38 AD $\pm$ 6. Bij vondstnummer 22/073a zou de veldatum ná 41 AD $\pm$ 6 vallen. Gezien de vorm van deze monsters en de dateringen die rond hetzelfde jaar eindigen, lijkt het waarschijnlijk dat we toch dicht bij de spintgrens zitten en dat de veldatum dus kort na 36-38 AD $\pm$ 6 en 41 AD $\pm$ 6 ligt.

3.3.4 *Herkomst van het hout*

Bij de aanleg van de weg uit 123/124 AD bij Valkenburg (ZH) is uit dendrochronologisch onderzoek gebleken dat men eikenhout heeft aangevoerd vanuit (waarschijnlijk) Midden-Duitsland.¹⁵ De jaarringpatronen van dit hout vertoonden duidelijke verschillen met die van het hout afkomstig van de lokale natte houtopstanden op de oeverwallen of de venen. Het feit dat het Tiende Legioen betrokken is geweest bij de bouw van de tempel in Elst-Westeraam maakt het aannemelijk dat men, indien nodig, kon beschikken over (eiken-) hout dat van verder weg kwam. Het eikenhout van de omheining is gedateerd met een chronologie van hout uit West-Nederland die samengesteld is uit kalenders van lokaal gegroeid hout afkomstig van Nieuwenhoorn en Velsen.¹⁶ De mogelijkheid bestaat dat hout voor de bouw van de omheining en eventueel de houten tempels is aangevoerd uit meer westelijk gelegen streken. Aangezien echter lokale referentie-chronologieën voor de omgeving van Nijmegen (nog) ontbreken, is het niet duidelijk in hoeverre de jaarringpatronen van beide lokaties van elkaar verschillen en of deze bomen ter plaatse gegroeid hebben of dat het hout uit meer naar het westen gelegen delen van Nederland afkomstig is.

3.4 HOUTSKOOLONDERZOEK

In totaal zijn uit 16 monsters 643 fragmenten bekeken. In *tabel 3* wordt een overzicht van de resultaten gegeven. De volledige gegevens zijn te vinden in *bijlage 6*.

Het materiaal was in veel gevallen sterk gefragmenteerd en bovendien in meer of mindere mate aangetast door verwerking en afzettingen in de houtcelstructuren. Veel van het materiaal bestond uit schors. Beide verklaren het hoge percentage (11%) niet te determineren fragmenten in de tabel.

Het aantal gevonden soorten is met zes of zeven soorten niet zo hoog. Het spectrum veranderde niet door het uitbreiden van het aantal determinaties. De meest voorkomende soort is eik, maar deze komt maar in vijf monsters voor. Els staat op de tweede plaats en is gevonden in zes monsters. Wilg en/of populier komt in de meeste monsters (9) voor. In vondstnummer 16-74 is alleen eik gevonden, ook bij verder doorlopen van het monster leek dit alleen eik te bevatten. In 16-56 is alleen els aangetroffen. De meeste monsters bestaan echter uit een mengsel van twee of drie soorten.

Veel van het materiaal bevatte verkoolde schimmeldraden, of was aangetast door insecten of kevers, zeker het wilgen- en/of populierenhout. De aantasting kan plaatsgevonden hebben op nog levend hout, maar vaak zijn beide verschijnselen van schimmel en aantasting te zien in hetzelfde fragment. Dit wijst op het gebruik van dood hout dat al een tijdje gelegen heeft.

Hoewel het door de grote fragmentatie van het materiaal niet mogelijk was onderscheid te maken tussen stam- of takhout, wijst de aanwezigheid van naar verhouding veel schorsfragmenten en het feit dat veel van het eikenhout uit spinhout bestond, op het gebruik van voornamelijk takhout.

¹⁵ Van Rijn 1989.

¹⁶ Jansma 1995.

Tabel 3 Elst-Westeraam, overzicht van de houtsoorten gebruikt bij de diverse verbrandingsactiviteiten in het tempelcomplex.

WP	vnr.	beuk	eik	els	es	grove den	populier/wilg	wilg	loofhout	naaldhout	indet.	totaal
12	57	.	.	12	.	.	.	.	.	.	10	22
12	97	.	13	26	.	.	.	.	.	.	2	41
15	26	.	.	13	.	.	18	.	.	.	9	40
15	27	.	.	5	.	.	2	.	4	.	5	16
15	35	.	.	.	34	.	1	.	.	.	8	43
16	19	8	46	.	.	.	.	.	.	.	.	54
16	56	.	.	39	.	.	.	.	1	.	.	40
16	74	.	40	.	.	.	.	.	.	.	.	40
19	27	.	.	26	5	.	.	.	9	.	.	40
19	53	.	.	.	.	.	.	43	.	.	3	46
19	72	.	.	.	.	.	39	.	.	.	1	40
20	75	.	17	.	22	.	.	.	.	.	1	40
20	76	.	16	.	16	.	2	.	.	.	6	40
22	36	.	.	.	.	32	4	.	.	.	4	40
22	38	.	.	.	.	24	5	.	.	.	11	40
22	52	.	.	.	.	8	26	16	.	2	9	61
N		8	132	121	77	64	97	59	14	2	69	643

Het kan niet moeilijk geweest zijn hout te verzamelen voor de activiteiten op het tempelterrein. Eik, els, wilg, es (*Fraxinus excelsior*) en populier stonden ongetwijfeld in de directe omgeving. Het rivierenlandschap met natte komgebieden en drogere delen waar landbouw kon worden uitgeoefend is bij uitstek de groeilocatie voor deze soorten.

Het hout van de grove den kan afkomstig geweest zijn van niet meer gebruikte tonnen of afval van constructiehout, in beide gevallen waarschijnlijk geïmporteerd uit Duitsland. Lokale oorsprong van het hout is mogelijk, het is ten slotte een inheemse boomsoort. Maar in deze omgeving die zo geschikt is voor de groei van loofhoutbomen, zou de grove den weinig kans hebben.

Beukenhout (*Fagus sylvatica*) kwam maar in één monster voor. Ook dit hout kan afkomstig zijn van verbrand afvalhout. Beuk was zeker aanwezig in de omgeving van Nijmegen, niet zozeer lokaal als wel in de regio op de hoge drogere gronden.

Het lijkt er op dat men geen specifieke selectie heeft gemaakt voor het brandhout, maar dat men gebruik heeft gemaakt van wat voorhanden was. Misschien dat er hopen hout bij het tempelterrein klaar lagen die door handelaren als brandhout verkocht werden aan de bezoekers.

3.5 POLLENONDERZOEK

De resultaten omtrent de polleninventarisatie van de monsters staan in *bijlage 7*.

Het Romeinse materiaal was arm aan pollen en de conservering ervan was slecht. De preparaten zijn licht verontreinigd met zowel organisch als anorganisch materiaal. De uiteindelijke telbaarheid van de preparaten is slecht.

Boven in bak 20-91 is Middeleeuws materiaal bemonsterd. Van dit materiaal is één monster bereid en bekeken (BX 2171). De conservering van het Middeleeuwse materiaal

was iets minder slecht dan het Romeinse, maar ook dit monster was zo arm dat bij analyse een ‘normale’ pollensom van 600 maar net of net niet gehaald zou worden.

De preparaten van de waterput (13-78A, BX 2177) en van de skeletmonsters (16-1-79, BX 2178 en 2-1-49, BX 2179) bevatten (vrijwel) geen pollen.

Vanwege deze resultaten is afgezien van een verdere analyse.

Aan hand van de gegevens van de inventarisatie kunnen voorzichtige uitspraken worden gedaan over de begroeiing van het tempel terrein. Alle preparaten uit de pollenbakken laten globaal dezelfde pollenspectra zien: sporen van moeras-/niervaren (*Dryopteris*) en stuifmeel van den (*Pinus*) zijn het meest algemeen (enkele tientallen sporen/pollenkorrels per preparaat). Daarnaast komt in vrijwel alle monsters regelmatig pollen van berk (*Betula*), spar (*Picea*), grassen (*Poaceae*) en composieten (*Asteraceae liguliflorae*), alsmede sporen van eikvaren (*Polypodium*) en veenmos (*Sphagnum*) voor (steeds minder dan ca. 25 stuifmeelkorrels/sporen per preparaat). Verder zijn, willekeurig verspreid over de verschillende preparaten, stuifmeelkorrels aangetroffen van algemeen voorkomende bomen en kruiden: els (*Alnus*), hazelaar (*Corylus*), alsem/bijvoet (*Artemisia*), anjers (*Caryophyllaceae*), kruisbloemen (*Brassicaceae*), ganzenvoeten (*Chenopodiaceae*) en boterbloem (*Ranunculus acris-type*). Het gaat hierbij om zulke lage percentages (1 à 5 korrels per preparaat) dat sprake is van toevalstreffers, die mogelijk/waarschijnlijk ook in de overige monsters zouden zijn aangetroffen als de pollenrijkdom groter was geweest. De lagen zouden van oorsprong arm aan pollen geweest kunnen zijn, maar er zijn ook aanwijzingen dat secundair pollen verloren is gegaan door aantasting. Zo komt er relatief veel pollen van het *Asteraceae liguliflorae*-type in de monsters voor. Dit stuifmeel is zeer corrosieresistent en is vaak één van de laatste overblijvende pollentypen bij voortschrijdende aantasting. Daarnaast komen in vrijwel alle monsters sporen van de bodemschimmel *Glomus* (Type 207) voor.

Diverse bodem(vormende) processen hebben invloed op aantasting van pollen. Daarnaast is de aanwezigheid van schimmelsporen vaak indicatief voor de aanwezigheid van zuurstof, waardoor organisch materiaal aangetast raakt. De roest in sommige van de onderzochte kleilagen wijst daar ook al op.

In de monsters uit de pollenbakken zijn continu indicatoren voor natte omstandigheden en ondiep water aangetroffen. Het gaat vooral om groenwieren (*Zygnemataceae*, *Spirogyra*), maar ook het stuifmeel van cypergrassen (*Cyperaceae*) en kleine egelskop (*Sparganium erectum*) past in dit beeld: beide zullen afkomstig zijn van de greppels die in ieder geval in een deel van het jaar water hebben bevat.

Het pollenbeeld uit de monsters van de pollenbakken laat enkele indicatoren voor menselijke activiteit zien. Er zijn enkele stuifmeelkorrels van granen aangetroffen van spelt(tarwe) of gerst (*Triticum/Hordeum*-type), niet alleen in de Middeleeuwse context (20-19 (23), BX 2171) maar ook in het Romeinse monster 20-91(32), BX 2173. In het achterhoofd moet gehouden worden dat bioturbatie, waarbij van pollen van hogere lagen naar beneden wordt getransporteerd niet uitgesloten is. Voorts zijn mestschimmelsporen aangetroffen (*Podospora*- (T.368) en *Sordaria*-type (T.55) in 20-94, BX 2170 en in de bovenste vier monsters van 20-91 (20-91(23/27/32/38), BX 2171/72/73/74). In monster 20-91-23, BX 2171 is een pollenkorrel van korenbloem (*Centaurea cyanus*) gevonden. Dit sluit aan bij de Middeleeuwse datering van de laag en sluit een Romeinse ouderdom van het monster uit.

4. Conclusies

4.1 BOTANISCHE MACRORESTEN

In de onderzochte grondsporen zijn, behalve één enkele kersenpit, voornamelijk verkoolde resten van granen aangetroffen. Afgaande op de aantallen graankorrels, lijken

emmer en gerst de belangrijkste granen te zijn geweest. Beide zijn in de Romeinse Tijd populaire graansoorten. Resten van de door de Romeinen zo gewaardeerde spelttarwe zijn niet aangetroffen. De ene graankorrel die daar enigszins op lijkt, kon door de slechte conservering niet betrouwbaar worden gedetermineerd en kan daardoor ook van broodtarwe afkomstig zijn.

Ook zijn verkoolde resten van bereid voedsel gevonden. Onderzoek door middel van elektronenmicroscopie en chemische analyses hebben uitgewezen dat de resten hoogst waarschijnlijk afkomstig zijn van brood van fijngemalen meel.

De meeste in de onderzochte grondsporen aangetroffen onkruidzaden zijn afkomstig van soorten die veel in door mensen beïnvloede milieus voorkomen.

Wanneer we de resultaten vergelijken met de resultaten van botanisch onderzoek aan andere Romeinse tempelcomplexen in ons land, kan het volgende worden geconcludeerd. Tot op heden is aan twee vergelijkbare tempelcomplexen botanisch onderzoek verricht. Dat zijn de aan Hercules gewijde tempel van Empel en de Fortunatempel in Nijmegen.¹⁷

De plantenresten van Empel zijn afkomstig uit twee waterputten, een fundamenteel andere context dan de haarden waar we in Elst-Westeraam mee te maken hebben. De waterputten bevatten veel goedgeconserveerde plantenresten die voornamelijk van onkruiden afkomstig zijn. Tredplanten zijn in Empel goed vertegenwoordigd. Resten van cultuurgewassen zijn op één vijgenpit (*Ficus carica*) na niet aangetroffen. De vijgenpit is met zekerheid afkomstig uit een door de Romeinen meegenomen vrucht.

De contexten die op het complex van de Fortunatempel in Nijmegen voor botanisch onderzoek zijn bemonsterd, zijn goed vergelijkbaar met die van Elst-Westeraam. In Nijmegen gaat het namelijk ook om haardkuilen/offerkuilen. De kuilen in Nijmegen bevatten grote hoeveelheden verkoolde zaden en vogelbotten (onder andere kip). De botanische resten bestaan steeds uit een mengsel van exotische zaden en vruchten van dadel (*Phoenix dactylifera*), vijg en pijnboom (*Pinus pinea*). Alle soorten zijn door de Romeinen geïmporteerde producten. Als we op de botanische vondsten afgaan, is de Romeinse invloed dus zeer sterk aanwezig in de monsters van de Fortunatempel. In Empel is enige Romeinse invloed aanwijsbaar door de ene vijgenpit. In de monsters van Elst-Westeraam is op botanische gronden geen Romeinse invloed aantoonbaar.

4.2 HOUTONDERZOEK

Het houtonderzoek is beperkt gebleven tot materiaal van de omheining om het tempelterrein heen. Deze omheining was geconstrueerd van eikenhouten planken met een aanzienlijke breedte en dikte, aaneensluitend naast elkaar gesteld.

Het dendrochronologisch onderzoek heeft dateringen opgeleverd van een aantal planken die uit één enkele boom gehaald zijn. De veldatum valt tussen 30 en 38 AD. Er is echter enig voorbehoud te maken bij deze datering aangezien het niet helemaal duidelijk te zien was of er inderdaad spinthout aanwezig was bij deze planken. Ontbreekt het spinthout, dan is er sprake van een *terminus postquem* datering.

Het eikenhout kan afkomstig zijn van lokale houtopstanden, maar er is ook een mogelijkheid dat het aangevoerd is uit gebieden meer naar het westen toe. Het gaat zeker niet om import vanuit Duitsland.

De datering van de stam uit de watergang heeft een dendrochronologische datering opgeleverd van 3878 v. Chr. ± 8 jaar.

4.3 HOUTSKOOLONDERZOEK

Uit het houtskoolonderzoek komt naar voren dat voor de vuurtjes op het binnenterrein gebruik is gemaakt van een beperkt aantal soorten, waarvan de meeste heel goed in de nabije omgeving van de tempel gegroeid kunnen hebben, zoals eik, els, es, wilg en/of

¹⁷ resp. Groenman-Van Waateringe & Pals 1994; Hänninen & Vermeeren 1997.

populier. Waarschijnlijk is vooral takhout of dun rondhout gebruikt dat in veel gevallen enige tijd lag opgeslagen, voordat het als brandhout is gebruikt. Het grenenhout dat in een aantal monsters is aangetroffen zou afkomstig kunnen zijn van tonnen of oud bouwhout. Hoogstwaarschijnlijk is dit wel afkomstig van import.

In de meeste gevallen werden twee of drie soorten door elkaar gebruikt. Uit het onderzoek blijkt niet dat er voorkeur bestond voor een specifieke houtsoort als brandhout. Dit komt overeen met het beeld dat het, weliswaar summiere, houtskoolonderzoek van de Fortunatempel van Nijmegen heeft opgeleverd.¹⁸

4.4 POLLENONDERZOEK

Het materiaal is arm aan pollen, arm aan soorten en slecht geconserveerd. Er kunnen aan de hand van het materiaal op zeer beperkte schaal uitspraken worden gedaan omtrent de vegetatie. Het is op basis van de hoeveelheden stuifmeel en sporen die van de bovenbeschreven soorten zijn gevonden niet verantwoord om een beeld te schetsen van de vegetatie ten tijde van het gebruik van de tempel. Verdere analyse van de preparaten zou geen extra informatie opgeleverd hebben en vervolgonderzoek is dan ook niet verricht.

5. Literatuur

- Bakels, C.C., 1978: *Four Linearbandkeramik Settlements and their Environments: a Palaeoecological Study of Sittard, Elsloo and Hienheim, Analecta Praehistorica Leidensa* 11.
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk. Bot. Tidskr.* 54, 561-564.
- Gehasse, E.F., 1995: *Ecologisch-archeologisch onderzoek van het Neolithicum en de Vroege Bronstijd in de Noordoostpolder met nadruk op vindplaats P14*, thesis Amsterdam.
- Groenman-Van Waateringe, W. 1989: Food for Soldiers, Food for Thought, in: J.C. Barrett, A.P. Fitzpatrick & L. Macinnes (eds.), *Integrating the Subsistence Economy, BAR International Series* 181, 135-162.
- Groenman-Van Waateringe, W., & J.P. Pals 1994: De Vegetatie op en rond het heiligdom, in: N. Roymans & T. Derks (red.), *De tempel van Empel. Een Hercules-Heiligdom in het woongebied van de Bataven*, 's-Hertogenbosch, 72-80.
- Hänninen, K. & C. Vermeeren 1997: Exotische offers. Botanisch onderzoek aan kuilen uit de Romeinse Fortuna-tempel op het Maasplein in Nijmegen, *BIAXiaal* 51.
- Hollstein, E., 1980: *Mitteleuropäische Eichenchronologie*, Mainz am Rhein.
- Jansma, E., 1995: RemembeRINGS: the Development and Application of Local and Regional Tree-Ring Chronologies of Oak for the Purposes of Archaeological and Historical Research in the Netherlands, *Nederlandse Archeologische Rapporten* 19, Amersfoort.
- Knörzer, K.-H., 1972: Urgeschichtliche Unkräuter im Rheinland. Ein Beitrag zur Entstehungsgeschichte der Segetalgesellschaften, *Vegetatio* 23, 89-111.
- Kooistra, L.I., 1996: *Borderland Farming. Possibilities and Limitations of Farming in the Roman Period and Early Middle Ages between the Rhine and Meuse*, Assen.

¹⁸ Hänninen & Vermeeren 1997.

-
- Kubiak-Martens, L., 2000: New Archaeobotanical Evidence for the Use of Plant Foods in Past Human Diet, *BIAX Nieuwsbrief* 5.
- Pals, J.P., 1984: Plant Remains from Aartswoud, a Neolithic Settlement in the Coastal Area, in: W. van Zeist & W. Casparie (eds.), *Plants and Ancient Man*, Rotterdam, 313-321.
- Pals, J.P., 1997: De introductie van cultuurgewassen in de Romeinse Tijd, in: A.C. Zeven (red.), *De introductie van onze cultuurplanten en hun begeleiders van het Neolithicum tot 1500 AD*, Wageningen, 25-51.
- Renfrew, J.M., 1973: *Palaeoethnobotany. The Prehistoric Food Plants of the Near East and Europe*, Londen.
- Rijn, P. van, 1989: *Houtonderzoek van Romeins Valkenburg. Een aanzet tot onderzoek naar houtgebruik-, -exploitatie en -bevoorrading van Praetorium Agrippinae*, scriptie IPP/UVA, niet gepubliceerd.
- Roymans, N. & T. Derks 1994: *De tempel van Empel. Een Hercules-Heiligdom in het woongebied van de Bataven*, 's-Hertogenbosch.
- Schweingruber, F.H., 1982: *Mikroskopische Holz Anatomie*, Birmensdorf.

Bijlage 1 Elst-Westeraam, resultaten van de inventarisatie van de zadenmonsters (V-N = verkoold-aantal, met G = 0, W = 1-5, R = 6-20; V-V = verkoold-variatie, met G = 0-1, W = 2-5 taxa; O-N = onverkoold-aantal; O-V = onverkoold-variatie; voor de plantennamen zie *bijlage 4*).

[illegible]

put	vnr.	monsternr.	volume (l)	HK	HK tedet.	V-N	V-V	O-N	O-V	cultuurgewassen	wilde planten	amorf	aardewerk	bot	opmerkingen
19	66	M14	5	.	0	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
19	72	M15	5	x	50	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.
20	75	.	5	x	150	.	.	.	.	.	.	.	.	x	.
20	76	M1	5	x	200	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	36	M1	5	x	100	.	.	.	.	.	.	?	.	.	SEM
22	52	M2	5	x	>1000	W	W	.	.	Hordeum, Cerealìa	Vicia sp.	.	.	x	analyse

Bijlage II

Onderzoek naar de hoeveelheid polysaccharides (koolwaterstoffen) en proteïne in archeologische voedselresten

In opdracht van: Biax consult
Pauline van Rijn / Lucy Kubiak

Onderzoekers: Henk van Keulen,
Maarten van Bommel

Projectnummer: 2003-071
Documentatiemap: 2003/42
Objectnummer: 3005

Amsterdam, 15/10/2003

Niets uit dit rapport mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande toestemming van het Instituut Collectie Nederland. Het ter inzage geven van het ICN-rapport aan direct belanghebbenden is toegestaan.

MONSTERBESCHRIJVING EN VRAAGSTELLING

In een archeologische vindplaats, een Romeinse tempel in Elst, zijn voedselresten aangetroffen. SEM opnames van de resten wijzen op de mogelijke aanwezigheid van plantaardige producten zoals brood of gemalen graan.

Twee monster zijn opgestuurd naar het ICN voor een (semi)kwantitatieve analyse naar de aanwezigheid van polysaccharides (koolwaterstoffen) en proteïne.

- ICN objectnr. 3005-1 monster 9 put 15; fijne structuur met onregelmatige luchtbellen, vermoedelijk brood. Analyse polysaccharides
- ICN objectnr. 3005-2 monster 36 put 19; fijn gemalen plantaardig materiaal, vermoedelijk gemalen graan met mogelijk toegevoegde proteïne of suikers. Analyse polysaccharides en proteïne.

ONDERZOEKSMETHODEN

De monsters zijn geanalyseerd met behulp van gaschromatografie-massaspectrometrie. De polysaccharides zijn geanalyseerd als O-methyloxime acetaat derivaten¹, de proteïnen zijn geanalyseerd als N-ethyloxycarbonyl methylesters².

RESULTATEN

Analyse polysaccharides

Met gebruikte methode is het mogelijk semi-kwantitatief de hoeveelheid polysaccharide (koolwaterstoffen, suikers) te bepalen. De oppervlaktes van de suikerderivaat pieken in het chromatogram worden vergeleken met de piekoppervlakte van de bekende hoeveelheid interne standaard (semi-kwantitatief). Als de ingewogen monster hoeveelheid bekend is kan het gehalte polysaccharide in het monstermateriaal berekend worden.

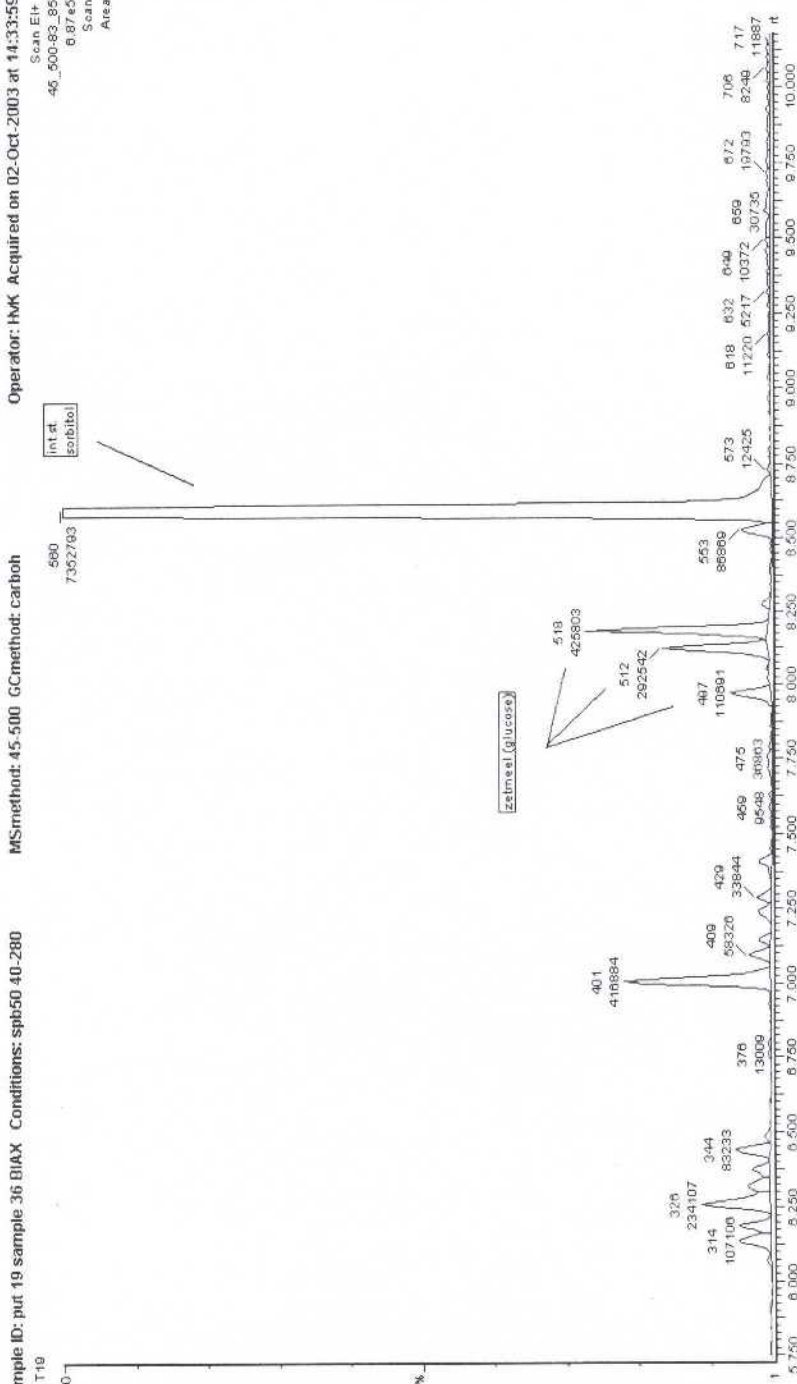
Referentie-analyses zijn uitgevoerd aan tarwebloem en brood (modern).

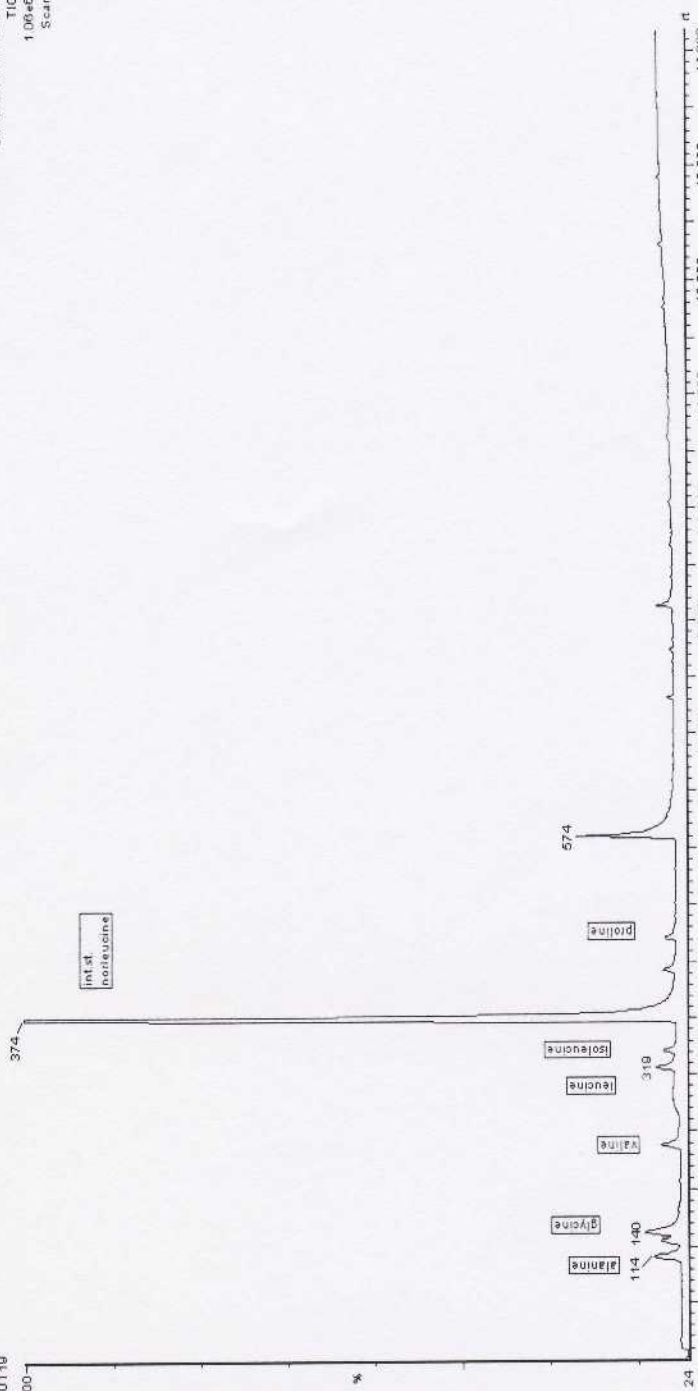
In de analyses van beide monsters zijn glucose derivaten aangetoond. Glucose wordt gevormd door het hydrolyseren van de polysaccharide zetmeel. Ook in brood (modern) en tarwebloem is zetmeel de aangetoonde polysaccharide.

De chromatogrammen van de monsters en de referentie brood zijn weergegeven in de bijgevoegde analyserapporten.

De piekoppervlaktes van de analyses van monster 3005-1 (monster 9, put 15) en 3005-2 (monster 36, put 19) zijn weergegeven in onderstaande tabel. De hoeveelheid interne standaard bij de twee monsters is verschillend (resp. 33 µg en 130 µg), bij de berekening is hier rekening mee gehouden.

monsternummer	inweeg	oppervlakte glucose derivaten	oppervlakte interne standaard	Gehalte polysaccharide
3005-1	0,5 mg	689.10 ³	122.10 ³ (33 µg)	37 %
3005-2	0,6 mg	828.10 ³	7325.10 ³ (130 µg)	2,4 %

GC-MS onderzoek	datum: 9/10/03	werknr: 2003-071	docmap: 2003/42	objectnr: 3005	monsternr: 36/19	Operator: Henk van Keulen
Object-monster: BIAX consult. Archeologische vondst tempel Elst. Analyse sacchariden (koolhydraten) monster 36 put 19 Ca 0,6 mg materiaal						
Analyse gegevens: oxim-acetyl derivaten spb50 30m 0,25µm 180°C-280°C. Int. st. Sorbitol 130 µg/100 µl reagens						
Discussie: In het zwart gekleurde monster36 uit put 19 is glucose (drie derivaten) afkomstig van zetmeel aangetoond. Voor de berekening van de hoeveelheid zetmeel in het monster worden de gecombineerde piekoppervlaktes van de glucosepieken vergeleken met de oppervlakte van de bekende hoeveelheid interne standaard.		Sample ID: put 19 sample 36 BIAx Conditions: spb50 40-280 MSmethod: 45.500 GCmethod: carboh Operator: hmk Acquired on 02-Oct-2003 at 14:33:59 Scan Elt 45_500-83_85 0.87e5 Scan Area 				
zetmeel						

GC-MS onderzoek		datum: 11/10/2003	werknr: 2003-071	docmap: 2003/42	objectnr: 3005	monsternr: 36/19	Operator: Henk van Keulen
Object-monster: BIAX consult. Archeologische vondst tempel Elst. Analyse aminozuren (proteïne) monster 36 put 19							
Analyse gegevens: ECF aminozuren SBP50 30m 0,25 0,25 140°(2)-10/min-280°(3) Int. st. norleucine 21 ng							
Discussie:		In monster 36 uit put 19 is een kleine hoeveelheid aminozuren aangetoond. De piekoppervlaktes van de stabiele aminozuren, aangegeven in het chromatogram, correleren met zetmeel. Zetmeel bevat een kleine hoeveelheid proteïne. Zetmeel Sample ID: proteïne put 19 s 36 Conditions: spb50 140-280 PUT19 100 %  Int. st. norleucine alanine 114 glycine 140 valine 318 leucine isoleucine proline 574					

GC-MS onderzoek	datum: 11/9/2003	werknr: 2003-071	docmap:	objectnr:	monsternr:	Operator: Henk van Keulen
Object-monster: brood, analyse polysaccharide						
Analyse gegevens: oxim-acetyl derivaten spb50 30m 0,25µm 180°C-280°C. Int. st. Sorbitol 130 µg/100 µl reagens						
Discussie: In brood zijn glucosederivaten afkomstig van zetmeel aangetoond. Tarwebloem bevat de polysaccharide zetmeel.	Sample ID: brood referentie Conditions: spb50 40-280 MSmethod: 45-500 GCmethod: carboh Operator: HvK Acquired on 02-Oct-2003 at 13:58:04 45_500-83_85 Scan 800e0 Scan Area					

Bijlage 3 Elst-Westeraam, profielbeschrijving van de pollenbakken met de lokaties van de pollenmonsters (de diepte van de monsters is gegeven in cm vanaf de bovenkant van de bak). Fe = ijzer, Mn = mangaan.

diepte in pollenbak 20-91 (cm)	sedimenttype	pollenmonster
0 – 6	donker grijsbruine klei (recent)	
6 – 25	donker grijsbruine klei + veel Mn+Fe (ME akker?)	BX 2171 : 23
25 – 39,5	vette blauwgrijze klei (veel Romeins puin)	BX 2172 : 27
		BX 2173 : 32
		BX 2174 : 38
39,5 – 41,5	dun kleilaagje eronder	BX 2175 : 40,5
41,5 – 50	vette, (licht)bruine klei + veel Fe + iets Mn	BX 2176 : 43

diepte in pollenbak 20-96 (cm)	sedimenttype	pollenmonster
0 – 30	bruingrijze iets zandige klei + veel Mn en Fe	
30 – 43	grijze, vette klei + veel roest	BX 2168 : 35
43 – 50	grof lichtgrijs zand + roestbanden + klei	

diepte in pollenbak 20-97 (cm)	sedimenttype	pollenmonster
0 – 40	bruingrijze, iets zandige klei + veel Mn en Fe	
40 – 45,5	lichtgrijze, vette klei + wat Fe	BX 2168 : 42,5
45,5 – 50	grof lichtgrijs zand + roestbanden + klei	

diepte in pollenbak 20-94 (cm)	sedimenttype	pollenmonster
30 – 45	grijze, vette klei	BX 2168 : 43
45 – 50	vette, bruine klei + veel Fe	

Bijlage 4 Elst-Westeraam, resultaten van de macrorestenanalyses. Legenda: V= verkoold, O = onverkoold, + = aanwezig (niet geteld), ++ = veel.

werkput	2	12	15	15	19	19	19	22	22	
vondstnr.	52	57	9	29	27	36	47	36	52	
monster	.	M1	.	M3	M3	M6	M9	M1	M2	
volume (l)	6,5	10	7,5	6	10	2	7,5	10	10	
Gebruikspplanten										
Avena sativa, bloembasis V	.	.	.	.	.	.	.	.	1	Haver
Avena, kafnaald V	.	.	.	.	.	.	1	.	.	Haver
Hordeum vulgare V	.	.	.	.	.	4	4	.	4	Gerst
Triticum dicoccon V	.	4	.	.	.	.	.	.	.	Emmer
Triticum dicoccon, aartjesvorkje V	.	1	.	1	1	.	.	.	.	Emmer
Triticum V	.	.	.	1	2	.	.	.	.	Tarwe
Triticum aestivum/spelta V	.	.	.	1	.	.	.	.	.	Broodtarwe/Spelt
Triticum, fragm. V	.	++	.	+	+	.	+	.	.	Tarwe
Cerealia indet., fragm. V	.	++	.	+	+	+	++	.	+	Graan
Onkruiden										
Aethusa cynapium V	.	.	.	.	.	.	1	.	.	Hondspeterselie
Aethusa cynapium O	1	.	.	.	.	.	.	.	.	Hondspeterselie
Atriplex patula/prostrata V	.	.	.	.	.	.	1	.	.	Uitstaande melde/Spiesmelde
Carex pseudocyperus V	.	1	.	.	.	.	.	.	.	Hoge cyperzegge
Chenopodium album O	2	.	.	.	.	.	.	.	.	Melganzenvoet
Eleocharis palustris/uniglumis V	.	1	.	.	.	.	.	.	.	Gewone waterbies/Slanke waterbies
Fallopia convolvulus V	.	2	.	.	.	.	.	.	.	Zwaluwtong
Festuca/Lolium V	.	.	.	.	.	.	2	.	.	Zwenkgras/Raaigras
Persicaria lapathifolia/maculosa V	.	.	1	.	.	.	.	.	.	Beklierde duizendknoop/Perzikkruid
Rumex acetosella V	.	.	.	.	.	.	.	.	1	Schapezuring
Rumex crispus type V	.	2	.	.	.	.	.	.	.	Zuring
Vicia V	.	.	.	.	.	.	.	.	1	Wikke
Varia										
"bereid voedsel" V	.	.	++	.	+	+	.	+	+	"bereid voedsel" V
vruchtvlees V	.	++	.	.	.	.	.	1	.	vruchtvlees V

Bijlage 5

Uitleg van de codering gebruikt in de tabellen

Wp	werkput
vnr.	vondstnummer
sub	wanneer binnen één vondstnummers meer houtvondsten zijn (door BIAX toegekend)
vlaknr	vlaknummer
context	omschrijving van spoor
omschrijving	algemene omschrijving van object
L	lengte
B	breedte
D	hoogte/dikte
stamdiameter	diameter van oorspronkelijke stam of tak
Alle afmetingen zijn in cm (> groter of meer dan)	
stc	stamcode = schematisch aangeven van de wijze waarop object uit het hout is gehaald (grondvorm), zie onder
PL	puntlengte, d.w.z. de lengte van de punt gemeten van hoogste kapvlak
PV	puntvorm, d.w.z. het aantal vlakken waarmee de punt is gemaakt halverwege de punt 2 = 2 vlakken enz. a = één vlak van punt die niet bekap of bewerkt is aa = twee vlakken van punt die niet bewerkt zijn <i>x = kleine extra kap</i> Deze onbewerkte vlakken zijn wel inbegrepen in het aantal vlakken aangegeven met een cijfer Bijvoorbeeld: 4aa = punt gevormd door 4 vlakken waaronder twee onbewerkte
soort	houtsoort, zie onder
N.jr	aantal jaarringen en eventueel seizoen v = voorjaar z = zomer n = najaar w = winter
den	monster voor dendrochronologisch onderzoek x = waard om monster te nemen xs = monster met spintringen xsw = monster met spintringen en wankant (laatstgegroeide ring)
T/F/C	T=advies voor tekenen F=advies voor fotograferen C=advies voor conservering

Houtsoorten

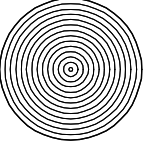
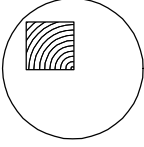
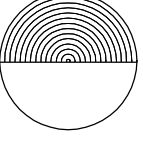
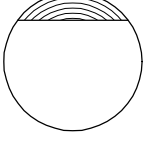
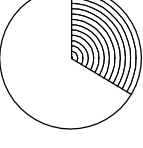
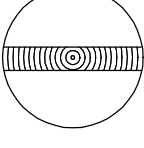
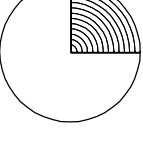
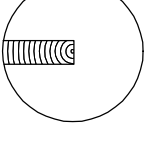
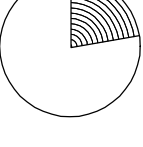
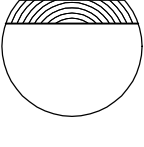
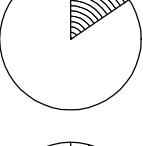
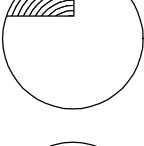
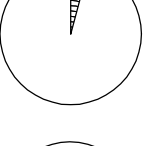
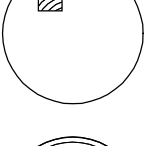
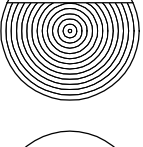
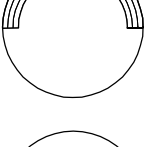
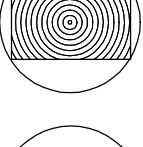
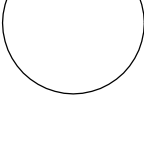
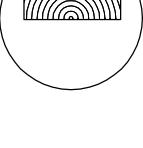
Wetenschappelijke naam

Alnus glutinosa/incana
 Fagus sylvatica
 Fraxinus excelsior
 Pinus sylvestris
 Populus
 Quercus
 Salix

Nederlandse naam

Zwarte/Grauwe els
 Beuk
 Es
 Grove den, grenen
 Populier
 Eik
 Wilg

stamcodes

1		hele stam	11		vierzijdig gerechte 'balk' uit kwart stam
2		halve stam	12		eenzijdig gerechte 'plank'
3		derde stam	13		radiale 'plank' door hart (kwartiers) a. zonder bastkanten b. met bastkant(en)
4		kwart stam	14		radiale 'plank' maximaal tot hart a. zonder bastkanten b. met bastkant(en)
5		radiaal kleiner dan omtrek	15		tangentiale 'plank' niet door hart, breedte groter dan kwart stam (dosse) a. zonder bastkanten b. met bastkant(en)
6		radiaal gelijk aan omtrek	16		'plank' niet door hart, breedte maximaal kwart stam a. zonder bastkanten b. met bastkant(en)
7		radiaal groter dan omtrek	17		relatief klein deel uit stam
8		eenzijdig gerechte 'balk'	18		segment van een uitgeholde stam
9		vierzijdig gerechte 'balk' door het hart van de stam	0		onbekend
10		vierzijdig gerechte 'balk' uit halve stam			

Bijlage 6 Elst-Westeraam, resultaten van het houtskoolonderzoek.

wp	vnr.	N-C soort	stam	spint	twijg	wort	kn	bast	indet.	N	gewicht	schim	pof	aantast	opmerking
12	57	1 Alnus glutinosa/A. incana	.	.	.	.	.	.	12	12	0,088	2	.	.	.
12	57	2 niet te determineren	.	.	.	.	.	9	1	10	0,115	.	.	.	.
12	57	gedet.								22	0,203				
12	57	niet gedet.									0,287				rest te gefragmenteerd en meest schors.
12	97	1 Alnus glutinosa/A. incana	.	.	.	.	.	.	26	26	2,265	4	5	11	monster gedeeltelijk aangetast door sediment
12	97	5 Quercus	.	12	.	.	.	.	1	13	1,026	.	3	1	.
12	97	27 niet te determineren	.	.	.	.	.	.	2	2	0,0019	.	.	.	.
12	97	gedet.								41	3,2929				
12	97	niet gedet.									0,656				
15	26	1 Populus/Salix	.	.	.	.	.	.	18	18	0,942	9	.	6	.
15	26	2 Alnus glutinosa/A. incana	.	.	.	.	.	.	13	13	0,969	9	.	6	.
15	26	3 niet te determineren	.	.	.	.	.	9	.	9	0,333	.	.	.	.
15	26	gedet.								40	2,244				
15	26	niet gedet.									0,415				
15	27	1 loofhout	.	.	.	.	.	.	4	4	0,069	.	.	.	moeilijk te determineren, aangetast door sediment
15	27	2 Alnus glutinosa/A. incana	.	.	.	.	.	.	5	5	0,149	2	.	1	.
15	27	4 niet te determineren	.	.	.	.	.	3	2	5	0,159	.	.	.	.
15	27	7 Populus/Salix	.	.	.	.	.	.	2	2	0,013	2	.	2	.
15	27	gedet.								16	0,39				
15	27	niet gedet.									0,532				rest niet of zeer moeilijk te determineren
15	35	1 Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	34	34	2,239	.	4	.	.
15	35	5 niet te determineren	.	.	.	.	.	6	2	8	0,242	.	.	1	.
15	35	6 Populus/Salix	.	.	.	.	.	.	1	1	0,095	.	.	1	.
15	35	gedet.								43	2,576				
15	35	niet gedet.									1,848				
16	19	1 Quercus	.	.	.	.	1	.	45	46	2,859	.	16	.	.
16	19	10 Fagus sylvatica	.	.	.	.	.	.	8	8	0,573	.	1	1	.
16	19	gedet.								40	3,432				
16	19	niet gedet.									14,051				
16	56	1 Alnus glutinosa/A. incana	.	.	.	.	.	.	39	39	0,108	14	5	4	.
16	56	25 loofhout	.	.	.	.	.	.	1	1	0,014	.	.	.	.
16	56	gedet.								40	0,122				
16	56	niet gedet.									0,213				
16	74	1 Quercus	.	.	.	.	.	.	40	40	4,307	.	24	.	veel wijde ringen, 50% spinthout

wp	vnr.	N-C soort	stam	spint	twijg	wort	kn	bast	indet.	N	gewicht	schim	pof	aantast	opmerking
16	74	<i>gedet.</i>								40	4,307				
16	74	<i>niet gedet.</i>									55,03				allemaal eik
19	27	1 Alnus glutinosa/A. incana	.	.	.	.	.	.	26	26	0,068	9	.	.	monster heel fijn gefragmenteerd
19	27	4 loofhout	.	.	.	.	.	.	9	9	0,023	.	.	.	.
19	27	5 Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	5	5	0,012	.	.	.	.
19	27	<i>gedet.</i>								40	0,103				
19	27	<i>niet gedet.</i>									0,065				
19	53	1 niet te determineren	.	.	.	.	.	1	2	3	4,279	.	.	1	.
19	53	2 Salix	.	.	.	.	1	.	42	43	3,098	32	.	31	.
19	53	<i>gedet.</i>								46	7,377				
19	53	<i>niet gedet.</i>									3,319				
19	72	1 Populus/Salix	.	.	.	.	3	.	36	39	0,555	16	2	.	.
19	72	39 niet te determineren	.	.	.	.	1	.	.	1	0,015	.	.	.	.
19	72	<i>gedet.</i>								40	0,57				
19	72	<i>niet gedet.</i>									0,183				
20	75	1 Quercus	2	3	.	.	.	.	12	17	4,125	.	8	.	.
20	75	9 Fraxinus excelsior	.	.	.	.	1	.	21	22	1,602	.	3	.	.
20	75	14 niet te determineren	.	.	.	.	.	1	.	1	0,207	.	.	.	.
20	75	<i>gedet.</i>								40	5,934				
20	75	<i>niet gedet.</i>									5,066				
20	76	1 Quercus	.	.	.	.	.	.	16	16	0,687	.	6	.	.
20	76	2 niet te determineren	.	.	.	.	6	.	.	6	0,408	.	.	.	.
20	76	3 Fraxinus excelsior	.	.	.	.	.	.	16	16	0,911	.	.	.	.
20	76	29 Populus/Salix	.	.	.	.	.	.	2	2	0,038	.	.	.	.
20	76	<i>gedet.</i>								40	7,11				
20	76	<i>niet gedet.</i>									8,398				
22	36	1 Pinus	.	.	.	.	.	.	32	32	0,281	.	.	.	.
22	36	2 Populus/Salix	.	.	.	.	.	.	4	4	0,052	.	.	.	.
22	36	8 niet te determineren	.	.	.	.	.	.	4	4	0,067	.	.	.	.
22	36	<i>gedet.</i>								40	0,4				
22	36	<i>niet gedet.</i>									0,803				
22	38	1 Pinus	.	.	.	.	1	.	23	24	0,374	.	.	1	fijn gefragmenteerd, aangetast door sediment
22	38	2 Populus/Salix	.	.	.	.	1	.	4	5	0,13	2	1	.	.
22	38	6 niet te determineren	.	.	.	.	2	.	9	11	0,242	.	.	.	.
22	38	<i>gedet.</i>								40	0,746				
22	38	<i>niet gedet.</i>									1,278				
22	52	1 Populus/Salix	.	.	.	.	.	.	26	26	1,671	14	1	5	.

wp	vnr.	N-C	soort	stam	spint	twijg	wort	kn	bast	indet.	N	gewicht	schim	pof	aantast	opmerking
22	52	3	niet te determineren	.	.	.	.	.	.	9	9	0,521	.	.	.	.
22	52	14	Pinus	.	.	.	.	.	.	8	8	0,099	.	.	.	.
22	52	42	Salix	.	.	.	.	.	.	16	16	1,31	2	5	8	.
22	52		naaldhout	.	.	.	.	.	.	2	2	0,014	.	.	.	.
22	52		<i>gedet.</i>								61	3,615				
22	52		<i>niet gedet.</i>									117,64				

Bijlage 7 Elst-Westeraam, inventarisatiegegevens van de pollenmonsters

context	vnr.	BXnr.	conservering	pollenrijkdom	verontreiniging	telbaarheid
bovenlaag restgeul	20-91(23)	2171	(+) -	- (-)	+ -	-
bovenlaag restgeul	20-91(27)	2172	(+) -	- (-)	+ -	-
bovenlaag restgeul	20-91(32)	2173	-	--	+ -	--
bovenlaag restgeul	20-91(38)	2174	-	--	+ -	--
bovenlaag restgeul	20-91(40)	2175	-	--	+ -	--
bovenlaag restgeul	20-91(43)	2176	-	--	+ -	--
greppel	20-96	2168	-	--	+ -	--
greppel	20-97	2169	-	--	+ -	--
greppel	20-94	2170	-	- (-)	+ -	--
waterput	13-78A	2177	-	--	+ -	--
onder skelet	16-1-1979	2178	-	--	+ -	--
onder skelet	2-1-1949	2179	-	--	+ -	--

Legenda

Conservering

++	zeer goed
+ (+)	goed/zeer goed
+	goed
+ (-)	redelijk/goed
+ -	redelijk/gemiddeld
(+) -	matig
-	slecht
- (-)	slecht/zeer slecht
--	zeer slecht

Rijkdom

++	zeer rijk
+ (+)	rijk/zeer rijk
+	rijk
+ (-)	redelijk rijk/rijk
+ -	redelijk/gemiddeld
(+) -	matig rijk/tamelijk arm
-	arm
- (-)	arm/zeer arm
--	zeer arm

Verontreiniging

++	veel
+	ja
+ -	weinig
-	nee

Telbaarheid

++	zeer goed
+	goed
+ -	redelijk/gemiddeld
-	slecht
--	zeer slecht