



biologische archeologie &
landschapsreconstructie

Archeobotanisch en palynologisch onderzoek op een vindplaats aan de Hoogstedelaan in Arnhem



BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

1017

DATUM

DECEMBER 2017

AUTEURS

H. VAN HAASTER & L. KUBIAK-MARTENS

Colofon

Titel:

BIAXiaal 1017

Archeobotanisch en palynologisch onderzoek op een vindplaats aan de
Hoogstedelaan in Arnhem

Auteurs:

H. van Haaster (Senior KNA-Specialist Archeobotanie)

L. Kubiak-Martens (Senior KNA-Specialist Archeobotanie en Senior Archeoloog)

Opdrachtgever:

BAAC

Projectcode BAAC

A-16.0081

Gemeente: Arnhem

Plaats: Arnhem

Toponiem: Hoogstedelaan-Klingelbeekseweg

ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer: 48759

Hoekcoördinaten vindplaats:

ZW 188.100/443.710 NW 188.093/443.911

NO 188.644/443.992 ZO 188.623/443.862

ISSN: 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 2017

Correspondentieadres:

BIAX *Consult*

Symon Spiersweg 7-D2

1506 RZ Zaandam

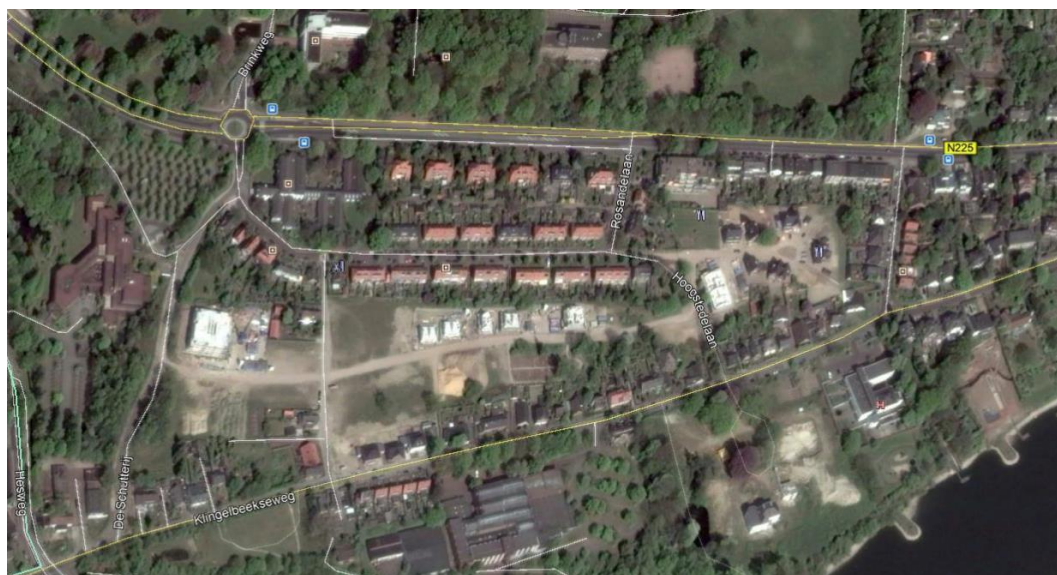
tel: 075 – 61 61 010

e-mail: haaster@biax.nl

www.biax.nl

1. Inleiding

Van 31 oktober 2011 tot en met 30 maart 2012 heeft Cluster Archeologie van de gemeente Arnhem (CAGA) een opgraving verricht in het plangebied Hoogstedelaan-Klingelbeekseweg te Arnhem (zie *figuur 1*).



Figuur 1 Arnhem-Hoogstedelaan, luchtfoto van het plangebied (© Google Earth).

Omdat de herontwikkeling van dit plangebied de archeologische waarden in de ondergrond ernstig zouden beschadigen of vernietigen, is door het bevoegd gezag (gemeente Arnhem) besloten dat archeologisch onderzoek diende te worden uitgevoerd. Tijdens dit onderzoek is een veelheid aan sporen en structuren aangetroffen uit vrijwel alle archeologische tijdvakken. Het gaat onder andere om meiler- of haardkuilen, restanten van ovens, greppels, plattegronden van gebouwen of spiekers, dierbegravingen, karrensporen en akkerlagen.

Uit een aantal kansrijke grondsporen zijn uit houtskoolrijke vullingen monsters genomen voor botanisch macrorestenonderzoek en ouderdomsbepaling. Ook is een profiel door de ondergrond in werkput 64 bemonsterd ten behoeve van pollenonderzoek. De doelstelling van het macrorestenonderzoek was te achterhalen wat de voedingsgewoonten van de bewoners van de nederzetting(en) waren en welke activiteiten door hen werden ontplooid. We kunnen hierbij denken aan akkerbouw, tuinbouw, het houden van dieren of bepaalde ambachtelijke activiteiten. Het doel van het pollenonderzoek was aanvullende informatie te verkrijgen over de voedingseconomie, de lokale milieuomstandigheden, alsook over het landschap in de iets wijdere omgeving van de nederzettingen.

2. Materiaal en methode

2.1 POLLEN

In werkput 64 is een profiel door de ondergrond bemonsterd ten behoeve van pollenonderzoek. Dit is gedaan door twee, elkaar iets overlappende pollenbakken in het bovenste deel van het westprofiel te slaan (zie *bijlage 1*). Het profiel bevat een bioturbatielaag (spoor 2), een oude akkerlaag (spoor 3) en een esdek (spoor 1640). De bioturbatielaag bevindt zich op de natuurlijke ondergrond (niet zichtbaar in *bijlage 1*). Uit het profiel zijn van drie niveaus pollenmonsters genomen. De monsters zijn eerst gewaardeerd om hun geschiktheid voor analyse te bepalen (zie *bijlage 2*). Hieruit bleek dat het monster uit de bioturbatielaag (spoor 2) te arm was om voor analyse in aanmerking te komen. De monsters uit de sporen 3 en 1640 zijn wel geanalyseerd. Een overzicht van de geanalyseerde monsters staat in *tabel 1*.

Tabel 1 Arnhem-Hoogstedelaan, overzicht van onderzochte pollenmonsters uit het bodemprofiel in put 64.

vondstnr.	spoor	diepte t.o.v. top vnr. 1732	volume (ml)	BIAX-labnr.	analyse?
1732	1640	17-18 cm	10	BX7807	ja
1731	3	37-38 cm	10	BX7808	ja
1731	2	84-85 cm	10	BX7809	nee

De pollenmonsters zijn op de voor pollenonderzoek gebruikelijke wijze (methode Erdtman) chemisch behandeld.¹ Om een indruk te krijgen van de pollenconcentratie is aan een nauwkeurig bepaald volume van elk monster een vaste hoeveelheid sporen (twee tabletten met ca. 9.666 sporen per tablet) van een wolfsklauwsoort (*Lycopodium*) toegevoegd.² Dit werk is gedaan op het Laboratorium voor Sedimentanalyse aan de Vrije Universiteit in Amsterdam, onder leiding van M. Hagen. Voor zowel de waardering als de analyse is een doorvallend-lichtmicroscop gebruikt met vergrotingen tot 600 maal. Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van de vergelijkingscollectie en de bibliotheek met determinatieliteratuur van BIAX *Consult*. Het pollenonderzoek is uitgevoerd door M. van Waijjen (BIAX *Consult*). Na afloop van het onderzoek zijn de pollenbakken aan de opdrachtgever geretourneerd.

2.2 MACRORESTEN

Ook het macrorestenonderzoek is in twee fasen uitgevoerd. Eerst zijn acht monsters gewaardeerd om hun geschiktheid voor vervolgonderzoek te bepalen (zie *tabel 2*).

¹ Erdtman 1960.

² Stockmarr 1971; Middeldorp 1982.

Tabel 2 Arnhem-Hoogstedelaan, overzicht van onderzochte macrorestenmonsters.

vondstnr.	put	spoor-vulling	spoor aard	datering	analyse?
614	19	770	houtschoolkuil	late ijzertijd	nee
808	29	1053	paalkuil	nieuwe tijd B	ja
1584	48	2129-2	haardkuil	ijzertijd	ja
1585	48	2139-2	haardkuil	?	nee
1586	48	2120	greppel	brons-tijd-Romeinse tijd	nee
1815	67	2562-3	haardkuil	laat-neolithicum B	nee
1816	67	2562-3	haardkuil	laat-neolithicum B	nee
1817	67	2502-3	paalkuil	laat-neolithicum B	nee

Tijdens de waardering werd de conserveringstoestand, de rijkdom en de globale soortensamenstelling van de plantenresten in de monsters onderzocht. Uit de waardering bleek dat geen van de monsters onverkoalde plantenresten bevatten (*bijlage 4*). De oorzaak hiervan is waarschijnlijk dat de betreffende grondsporen gedurende lange tijd in het verleden boven het grondwaterniveau hebben gelegen. Onder dergelijke zuurstofrijke omstandigheden vergaan na verloop van tijd alle onverkoalde resten en blijven alleen verkoalde plantenresten over (als deze tenminste oorspronkelijk in het monster aanwezig waren). Alle monsters bevatten wel verkoalde resten. In de meeste gevallen gaat het hierbij alleen om houtskoolfragmenten. In twee monsters zijn tijdens de waardering behalve houtskoolfragmenten ook verkoalde graanresten en verkoalde stukjes bereid voedsel gevonden. Het gaat om de vondstnummers 808 (spoor 1053) en 1584 (spoor 2129-2). In overleg met de opdrachtgever zijn deze twee monsters geselecteerd voor macrorestenanalyse. De fragmenten bereid voedsel zijn geselecteerd voor onderzoek met een rasterelectronenmicroscop (SEM).

De waarderingen en analyses zijn uitgevoerd met een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 50 maal. Dit werk is gedaan door L. Kubiak-Martens (BIAX *Consult*). Na afloop van het onderzoek zijn de monsterrestanten aan de opdrachtgever geretourneerd.

2.3

BEREID VOEDSEL, ELECTRONENMICROSCOPISCH ONDERZOEK

De analyse van twee van de macrorestenmonsters (vondstnr. 808, spoor 1053 en vondstnr. 1584, spoor 2129-2) bracht naast macroresten van planten ook brokjes verkoald, bereid plantaardig voedsel aan het licht. Voor de identificatie van dit materiaal is een rasterelectronenmicroscop gebruikt. Een rasterelectronenmicroscop (Engelse afkorting SEM) is essentieel om verkoalde resten van bewerkt plantaardig voedsel, zoals (fragmenten) brood, cake of brijachtig voedsel, soms aangekoekt op aardewerk, te kunnen identificeren. Dat komt omdat voedselbewerking, een proces dat vaak gepaard gaat met malen of stampen, plantenresten in veel gevallen macromorfologisch onherkenbaar maakt. Dit maakt het moeilijk om de oorspronkelijke ingrediënten van bewerkt voedsel uit een archeologische context te kunnen achterhalen. De traditionele identificatiemethode voor plantaardige macroresten voldoet dan niet meer.

Inspectie onder een rasterelektronenmicroscop biedt daarentegen wel een mogelijkheid om dergelijk materiaal te onderzoeken. Hierbij worden de micromorfologische en anatomische kenmerken bestudeerd van uiterst kleine fragmentjes die soms het traject van bewerking en verkoling overleven (bijvoorbeeld fragmenten van kaf van granen, van epidermis of van blad- of stengelweefsel en zetmeelkorrels). Onder een SEM kunnen deze kleine plantendeeltjes worden bestudeerd binnen hun matrix van bewerkt plantaardig voedsel. Deze methode is de afgelopen jaren met succes toegepast op materiaal van verschillende archeologische vindplaatsen, en hij verschaft een breed inzicht in de lokale economie en in de technieken van voedselbereiding.

In vondstnummer 808 (spoor 1053) werden zes stukjes verkoold bereid voedsel gevonden. Eén fragment is met de SEM onderzocht. In vondstnummer 1584 (spoor 2129-2) werden vier stukjes verkoold bereid voedsel gevonden. Eén stukje is met de SEM onderzocht. De analyses zijn uitgevoerd met de rasterelektronenmicroscop in het SEM-lab van het Naturalis Biodiversity Center te Leiden. Daartoe werden de verkoold brokjes eerst in vier kleinere stukken verdeeld zodat de interne matrix ervan met de SEM kon worden bestudeerd. Alle fragmenten werden met carbon cement op een SEM-stub vastgezet. Vervolgens kregen alle monsters een platina coating. De monsters zijn daarna onderzocht met een rasterelektronenmicroscop van het type JEOL-JSM-6480LV bij vergrotingen van 60 tot 370x. Het SEM-onderzoek is uitgevoerd door L. Kubiak-Martens.

2.4 OUDERDOMSBEPALING

Uit vier grondsporen zijn plantenresten geselecteerd voor ¹⁴C-datering. Een overzicht van deze monsters met hun contextgegevens staat in *tabel 3*. Het dateringsonderzoek is uitgevoerd op het Ångström Laboratory aan de Universiteit van Uppsala, Zweden, onder leiding van Göran Possnert.

3. Resultaten en conclusies

3.1 OUDERDOMSBEPALING

De resultaten van het ¹⁴C-onderzoek staan in *tabel 3*. Uit de dateringen blijkt dat de sporen 2562-3 en 2502-3 uit de laat-neolithicum B stammen. Spoor 770 dateert in de late ijzertijd en spoor 1053 dateert in de nieuwe tijd A.

Tabel 3 Arnhem-Hoogstedelaan, overzicht van ¹⁴C-dateringen. De calibraties zijn verricht met OxCal 3.10.

spoor	put	vondstnr.	context	Lab. no	¹⁴ C-ouderdom	calib. 2 sigma
1053	21	808	paalkuil	Ua-57149	301 ± 29 BP	1480-1660 AD
770	21	614	houtschoolkuil	Ua-57150	2093 ± 32 BP	200-40 BC
2562-3	21	1815	haardkuil	Ua-57151	3812 ± 33 BP	2410-2130 BC
2502-3	14	1817	paalkuil	Ua-57152	3751 ± 32 BP	2290-2030 BC

3.2 POLLENONDERZOEK

De resultaten van het pollenonderzoek staan in *bijlage 3*.

3.2.1 De bioturbatielaag (spoor 2)

Het monster uit deze laag bevatte niet voldoende goed geconserveerd pollen om een analyse mogelijk te maken. Daarom wordt hier volstaan met de resultaten van de waardering te beschrijven.

Tijdens de waardering zijn in het preparaat pollenkorrels van diverse graansoorten gevonden, waaronder rogge. Ook is pollen van boekweit, komkommerkruid en hennep gevonden. De aanwezigheid van boekweit betekent dat de laag van laatmiddeleeuwse ouderdom is.³ Het kan uiteraard ook betekenen dat materiaal van laatmiddeleeuwse ouderdom door bioturbatie vanuit een hoger niveau in spoor 2 is terecht gekomen. De vondst van komkommerkruid is bijzonder, want pollenvondsten van dit kruid worden niet vaak gedaan. Komkommerkruid is oorspronkelijk afkomstig uit het Middellandse Zeegebied. Als bladgroente werd het in de middeleeuwen in Noordwest-Europa geïntroduceerd. De tot op heden vroegste vondst van komkommerkruid in Nederland dateert uit de Karolingische tijd.⁴ Ook de aanwezigheid van korenbloem dateert de laag in de (post)middeleeuwen. Korenbloem is van oorsprong een Aziatische steppeplant die pas vanaf de middeleeuwen algemeen als akkeronkruid in ons land voorkomt. Uit de tot op heden beschikbare gegevens over de verspreidingsgeschiedenis van korenbloem blijkt dat de plant vermoedelijk vanaf ca. 1000 AD algemeen in Nederland voorkomt.⁵

3.2.2 Een oude akkerlaag (spoor 3)

Het monster uit de akkerlaag wordt gedomineerd door pollen van graslandplanten. Bijna 70% van het pollen is van graslandplanten afkomstig. Vooral grassen zijn goed vertegenwoordigd. We gaan er vanuit dat het meeste pollen afkomstig is van planten die als onkruid op de akker hebben gestaan. Ook veel planten die staan ingedeeld in de categorie 'Algemene kruiden' hebben waarschijnlijk op de akker gestaan. Vroeger kwamen veel meer soorten planten op akkers voor dan tegenwoordig, waaronder veel soorten die nu vooral als graslandplant te boek staan. Dat heeft te maken met het feit dat chemische onkruidbestrijding nog niet bestond en de vruchtbaarheid van de akkers op peil werd gehouden met dierlijke mest en ander organisch materiaal uit uiteenlopende milieus. Hierdoor zijn ook veel planten uit die milieus deel gingen uit maken van de akkeronkruidvegetatie (zie bijvoorbeeld *figuur 2*).

³ Terminus *post quem* datering.

⁴ Van Haaster 2008, 54.

⁵ Bakels 2012, 30.



Figuur 2 Ouderwetse gerstakker met een groot aandeel van graslandplanten (© BIAX Consult).

Het wekt uiteraard geen verbazing dat ook pollen van echte akkeronkruiden goed is vertegenwoordigd. Het gaat bijvoorbeeld om korenbloem, eenjarige hardbloem, zandblauwtje, bolderik en gewone spurrie. Dit zijn planten die veel voorkomen in akkers die op matig voedselrijke, zandige grond zijn gelegen. Ruim 6% van het pollen is van cultuurgewassen afkomstig. Dit lijkt niet veel maar we moeten ons realiseren dat de meeste cultuurgewassen zelfbestuivend zijn en daarom hun pollen slecht verspreiden. In palynologische opzicht is 6,3% cultuurgewassen daarom wel veel. Het meeste pollen is van het gerst/tarwe-type afkomstig (2,3%). Dit pollen kan zowel van gerst als tarwe afkomstig zijn. Ook van rogge en boekweit is pollen gevonden. Het percentage van rogge is echter laag (1,2%) vooral als we ons realiseren dat rogge in tegenstelling tot de meeste cultuurgewassen wèl een echte windbestuiver is, die zijn pollen in grote hoeveelheden door de wind laat verspreiden (*figuur 3*).



Figuur 3 Wolken stuifmeel boven een bloeiende roggeakker (© Nederlands Openluchtmuseum).

In de akkerlaag zijn ook sporen gevonden van mestschimmels met de welluidende namen menhirzwammetje, mestvaasje, brokkelspoorzwam en wratsporig punthoofdje. Deze schimmels leven van dierlijke mest.⁶ De aanwezigheid van de sporen in de akkerlaag is een aanwijzing dat de akker werd bemest met dierlijke mest. Uiteraard is het ook mogelijk dat de akker na de oogst werd begraaasd door vee. Het begrazen van akkers na de oogst (op de zogenaamde stoppelweide) is een oud gebruik. Het werd gedaan om de laatste resten van de oogst en het achtergebleven onkruid te benutten. Het bouwland profiteerde vervolgens van de mest die de dieren achterlieten.

Door de dominantie van pollen dat door akkeronkruiden en cultuurgewassen is geproduceerd, is het monster niet geschikt om uitspraken aan te ontleen over de vegetatie in de ruimere omgeving. Het boompollenpercentage is heel laag (4,6%), maar dat komt door de dominantie van alle kruiden en cultuurgewassen. Omdat de percentages berekend zijn op een totaalpollensom die op 100% is gesteld, drukt een hoog percentage kruiden (zoals in de akker het geval is) het boompollenpercentage als het ware omlaag. In werkelijkheid zullen er in het omringende landschap waarschijnlijk meer bomen hebben gestaan dan die 4,6% suggereren.

3.2.3 Het esdek (spoor 1640)

Ook het monster uit het esdek wordt gedomineerd door graslandplanten (60,6%) en cultuurgewassen (9,3%). Ook hier gaan we er vanuit dat het pollen van de graslandplanten voor het grootste deel afkomstig is van planten die als onkruid

⁶ Van Geel & Aptroot 2006.

op de akker groeiden. Ook in de akker op het esdek groeiden korenbloemen, eenjarige hardbloem en zandblauwtje naast een groot aantal andere onkruiden die tegenwoordig niet meer als echte akkeronkruiden te boek staan.

Sporen van mestschimmels lijken in het esdek iets beter vertegenwoordigd te zijn dan in de oudere akkerlaag (spoor 2). Dit is een aanwijzing voor bemesting met stalmest, of begrazing van de stoppelweide. Opvallend is dat het percentage struikhei in het esdek tweemaal hoger is dan in de oudere akkerlaag. Dit kan betekenen dat in de esdefase heideplaggen (vermengd met mest uit de stal) werden gebruikt om de vruchtbaarheid van de akker op peil te houden.

Op de akker werden rogge, boekweit en gerst en/of tarwe verbouwd. Het totaalpercentage cultuurgewassen in het esdek is ca. 50% hoger dan in de oudere akkerlaag.

Het pollenspectrum laat het niet toe uitspraken te doen over de vegetatie in de omgeving. Dit komt door de sterke oververtegenwoordiging van het lokaal, op de akker geproduceerde pollen.

3.3 MACRORESTENONDERZOEK

De resultaten van het macrorestenonderzoek staan in *bijlage 5*.

3.3.1 IJzertijd

Uit een haardkuil (spoor 2129-2) uit de ijzertijd is één macrorestenmonster (vondstnr. 1584) geanalyseerd.

In het monster zijn tussen de vele houtskoolfragmenten alleen verkoolde resten gevonden van haver, eikels en graankorrels. De meeste graankorrels waren te sterk beschadigd om de soort te achterhalen. Eén korrel is van emmer of spelt. Dit zijn beide tarwesoorten die in de ijzertijd in ons land werden verbouwd. Van de haverkorrel kon niet worden vastgesteld van welke haversoort deze afkomstig is. Hiervoor zijn bepaalde kafresten nodig die niet in het monster zijn gevonden. Hierdoor kan de korrel afkomstig zijn van zowel het akkeronkruid oot (*Avena fatua*) als het cultuurgewas echte haver (*Avena sativa*). Oot was vroeger een berucht akkeronkruid dat veel tussen andere cultuurgewassen voorkwam. Echte haver is een graan dat vanaf de late ijzertijd in ons land wordt verbouwd.

Van eikels zijn verkoolde fragmenten gevonden. Het is goed mogelijk dat eikels een rol in de voeding hebben gespeeld, temeer omdat ze verkoold zijn geraakt. Dit kan zijn gebeurd tijdens de maaltijdbereiding. Dat eikels vroeger door mensen gegeten werden, is niet zo algemeen bekend. Eikels hebben echter een hoge voedingswaarde en kunnen de basis vormen voor verschillende gerechten. Zo kunnen eikels gekookt en gebakken worden zoals men tamme kastanjes bereidt, maar ze zijn ook tot meel te verwerken en kunnen zo deel uit maken van meelspijzen, zoals koek, brij of brood. Wel moeten voorafgaande aan de consumptie de giftige stoffen (tannines) uit de eikels worden verwijderd. Dat kan vrij eenvoudig door de eikels te koken of te roosteren maar soms, wanneer het tanninegehalte hoog is, moeten eikels eerst met water worden uitgeloozd

voordat ze verder verwerkt kunnen worden.⁷ Ondanks deze ongemakken zijn er aanwijzingen dat met name in de prehistorie eikels gegeten zijn; niet alleen in het buitenland maar ook in ons land.⁸

De fragmenten bereid voedsel uit vondstnummer 1584 worden in paragraaf 3.4.1 besproken

3.3.2 Nieuwe tijd

In het monster uit de paalkuil (vondstnr. 808, spoor 1053) zijn vooral verkoolde takjes van struikhei gevonden. Daarnaast zijn twee verkoolde korrels van rogge en enkele bloemetjes van struikhei of dophei gevonden. De aanwezigheid van de heidetakjes en bloemen betekent dat zich in de nabije omgeving van de nederzetting een struikheidevegetatie bevond. Door exploitatie van deze heide zijn de resten op het nederzettingsterrein terecht gekomen. De aanwezigheid van de rogge betekent dat de bewoners dit gewas gebruikten en het misschien ook wel zelf verbouwden.

De fragmenten bereid voedsel worden in paragraaf 3.4.2 besproken.

3.4 BEREID VOEDSEL, ELECTRONENMICROSCOPISCH ONDERZOEK

3.4.1 Bewerkt/bereid voedsel met tarwe (vondstnummer 1584, spoor 2129-2)

Eén van de vier brokjes bereid plantaardig voedsel werd met de elektronenmicroscopie onderzocht. Met de microscoop konden veel kleine fragmenten van zemelen met transversale cellen die in de structuurloze matrix lagen ingebed, worden bekeken (zie *figuren 4b en 5b*). Zemelen vormen het buitenste omhulsel van graankorrels. Ze bestaat uit een aantal verschillende cellagen, waaronder aan de buitenkant gelegen lagen die zijn samengesteld uit longitudinale en transversale cellen. Tussen dit buitenste omhulsel (de zemel) en het zetmeelrijke endosperm ligt een andere laag: de aleuronlaag. De cellen in deze laag bevatten het grootste deel van de eiwitvoorraad van een graankorrel.⁹

De afmetingen van de transversale cellen in het onderzochte brokje liggen tussen de 80-120 μm (lengte) en 8-10 μm (breedte). Dit betekent dat de zemelen van zowel emmer (*Triticum dicoccon*) als spelt (*Triticum spelta*) afkomstig kunnen zijn.¹⁰ De afmetingen van de transversale cellen van deze twee tarwesooorten overlappen elkaar echter, zodat niet kan worden vastgesteld van welk graan het voedsel bereid is.

Goed zichtbaar door de elektronenmicroscopie waren de gebieden met aleuroncellen (*figuren 4b en 5b*). Uit het feit dat de aleuronlaag één cellaag dik is, kan worden afgeleid dat het om tarwe of rogge moet gaan. Bij gerst is de aleuronlaag meerdere cellen dik.

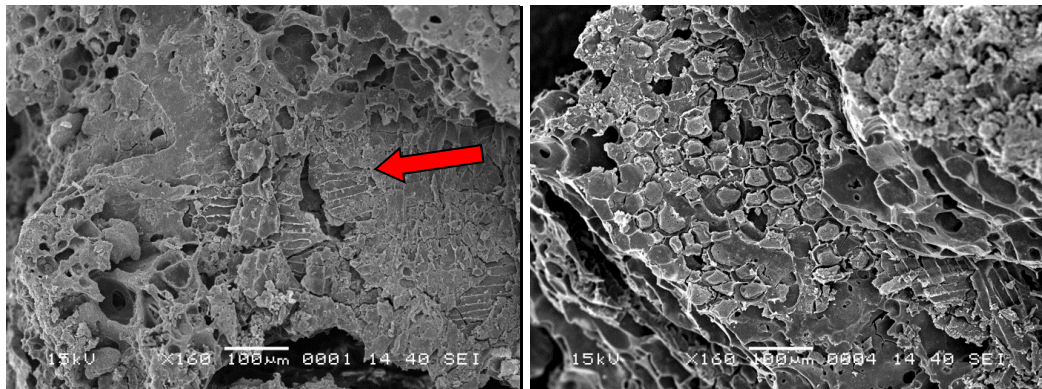
⁷ Mason 1995, 19.

⁸ Mason 1995, 2000; Jørgensen 1977; Šálková *et al.* 2011; Kubiak-Martens 2013; Van Beurden 2000; Moreno-Larrazabal *et al.* 2014, 173; Van Beurden 2012.

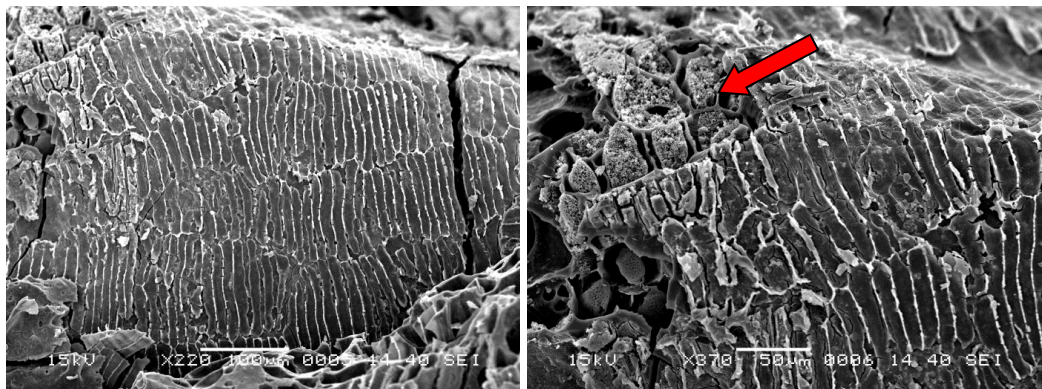
⁹ Körber-Grohne & Piening 1980.

¹⁰ Dickson, C., 1987; Körber-Grohne & Piening 1980.

De fijne textuur van de matrix suggereert dat het voedsel bereid is van fijn gemalen emmer of spelt. Het is heel waarschijnlijk dat het om meel gaat. De aanwezigheid van onregelmatige, kleine gasholtes – over het algemeen 100-120 μm en soms 250 μm in diameter (zie *figuur 6*) - suggereert dat het gaat om brood dat van deeg is gemaakt dat slecht of gering gerezen was.¹¹ Het brood had dus een vrij dichte interne structuur. Er waren geen kafresten zichtbaar. Dit betekent dat het graan zorgvuldig van kafresten was ontdaan en/of dat het meel zorgvuldig werd gezeefd.

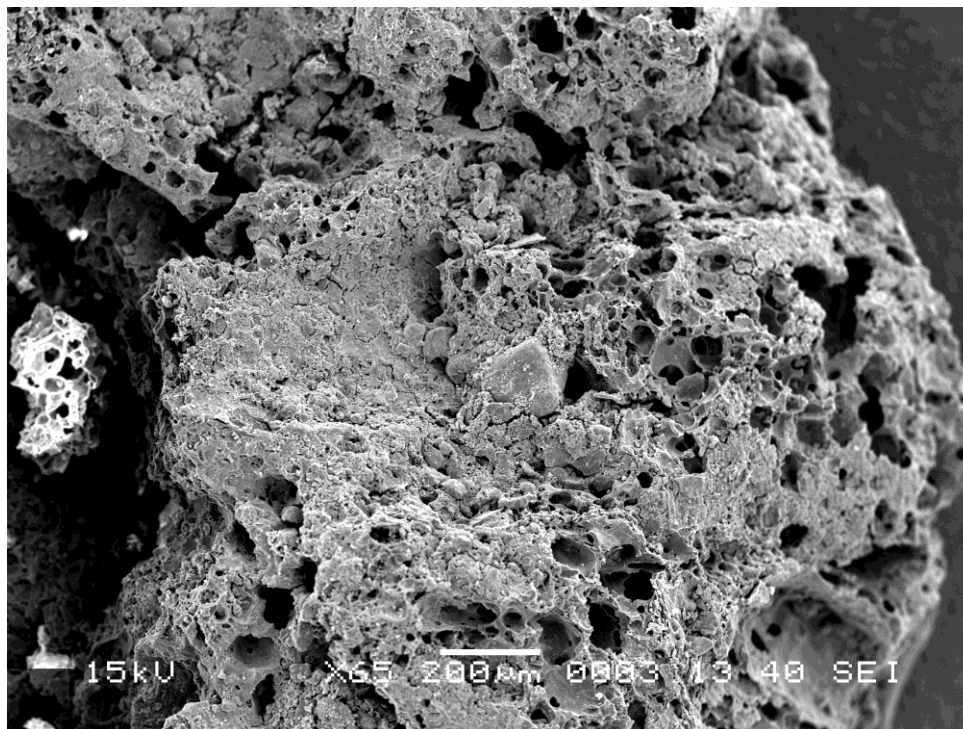


Figuur 4 SEM-opnamen van verkoolde brokje uit vondstnummer 1584 (spoor 2129-2) van op emmertarwe/spelt gebaseerd voedsel. Zichtbaar zijn fragmentjes van zemelen met de kenmerkende transversale cellen (met pijl) ingebed in een structuurloze matrix met kleine gasbellen (a); de laag met aleuroncellen (b) (© BIAX Consult).



Figuur 5 SEM-opnamen van emmertarwe/spelt zemelen fragmentje ingebed in een matrix. Zichtbaar zijn transversale cellen (a), en details van een kleine gebied met aleuronweefsel (b, met pijl) (© BIAX Consult).

¹¹ Zie Heiss, Pouget & Wiethold 2015 voor uitgebreide discussie.



Figuur 6 SEM-opnamen van verkoold brokje uit vondstnummer 1584 (spoor 2129-2). Zichtbaar is een structureloze matrix met kleine gasholtes. Dit suggereert dat het brood van deeg is gemaakt dat slecht of gering gerezen was (© BIAX Consult).

In Nederland zijn eerder verkoolden resten van 'brood' uit de ijzertijd gevonden. Een mooi voorbeeld zijn de restanten van gerstebrood die gevonden werden in een kuil uit de midden-ijzertijd in Nijmegen-Lent. Na SEM-onderzoek bleken deze resten afkomstig te zijn van ongerezen (plat) gerstebrood, gemaakt van bedekte gerst dat volledig tot meel werd vermalen en mogelijk ook werd gezeefd.¹² Ook uit Duitsland zijn voorbeelden bekend van brood en andere op graan gebaseerde voedingsmiddelen. Behre onderzocht broodresten uit de vroege ijzertijd (713 voor Chr.) van het Ipwegeveen in de buurt van Oldenburg (Noordwest Duitsland).¹³ Het brood was 15,2 cm in diameter en 4,4 cm dik. De aanwezigheid van kafresten van pluimgierst en gerst maakt aannemelijk dat het brood van deze beide graansoorten was gemaakt. Een ander voorbeeld komt uit de late ijzertijd (midden 3^e eeuw voor Chr.). Het betreft een broodrestant dat is aangetroffen in een Keltische zoutmijn in Bad Nauheim in de buurt van Hessen (Midden-Duitsland).¹⁴ De in het brood ingebedde zemelen zijn met behulp van een elektronenmicroscopie onderzocht. Daaruit bleek dat het was gemaakt van tarwe/emmermeel.

¹² Kooistra & Kubiak-Martens 2016

¹³ Behre 1991.

¹⁴ Heiss & Kreuz 2007

3.4.2 Bewerkt/bereid voedsel met rogge (vondstnummer 808, spoor 1053)

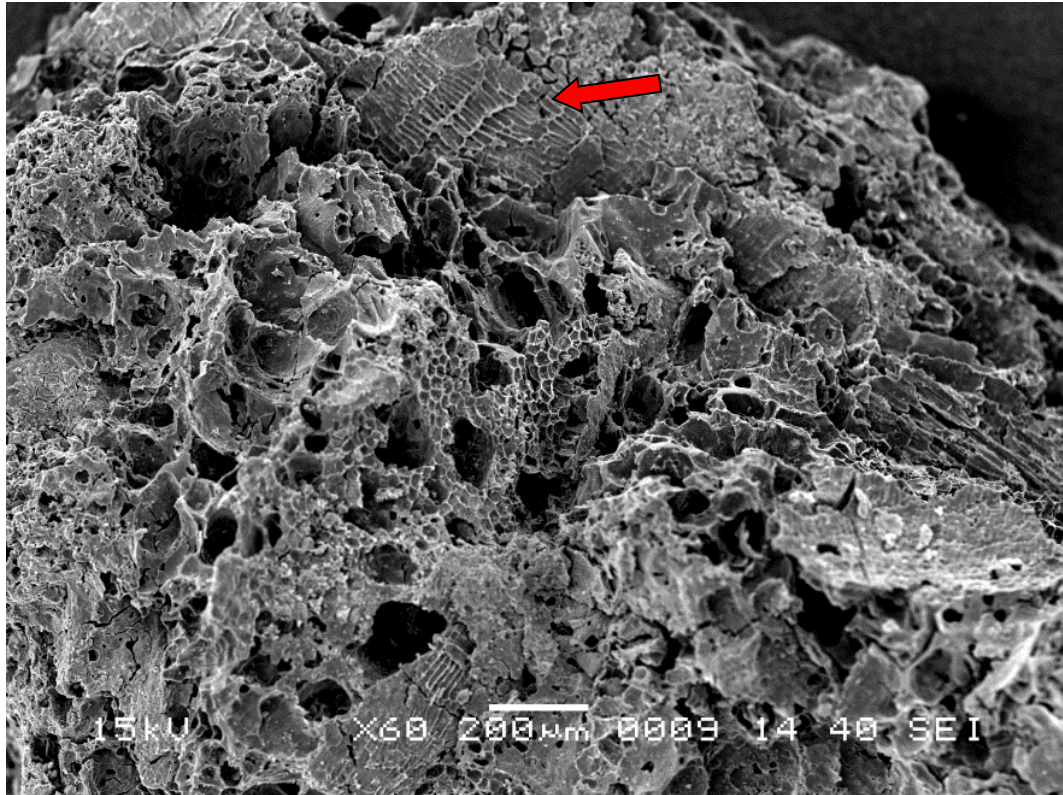
Eén van de zes brokjes bereid plantaardig voedsel die in het monster werden gevonden, werd met de electronenmicroscopie onderzocht. In het breukvlak van het brokje waren in de matrix veel zemelen van rogge te zien (zie *figuur 7*).

De lagen die zichtbaar waren in het brokje bestonden uit transversale cellen (zie *figuur 7* en *8a & b*) en de aleuronlaag. Sommige cellen in de aleuronlaag bevatten nog de aleuronkorrels (zie *figuur 8a*).

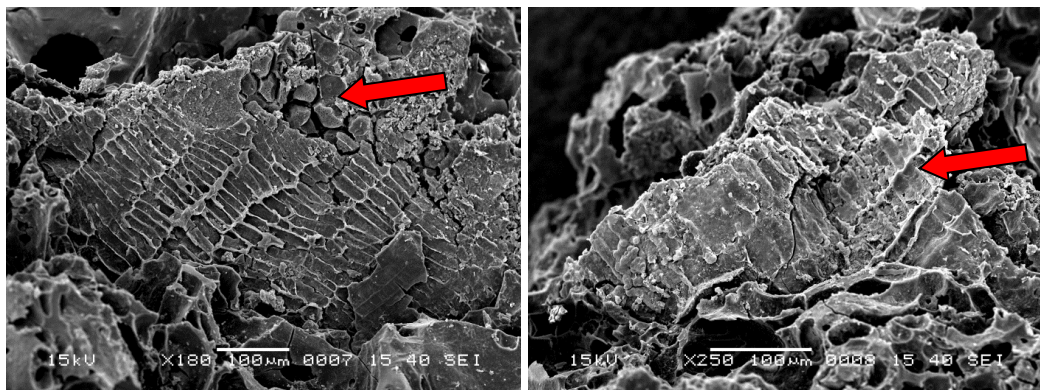
Zowel de anatomie van de transversale cellen als de afmetingen (60-80 μm bij 12-16 μm) zijn karakteristiek voor rogge (*Secale cereale*).¹⁵ Bij emmertarwe, spelt en gewone tarwe, zijn de transversale cellen veel langer (bijv. bij emmertarwe zijn ze gemiddeld 120 μm).¹⁶ Alle waargenomen aleuronweefsels waren één cellaag dik. Dit is kenmerkend voor rogge en tarwe. Gerst is de enige graansoort met aleuronweefsel dat uit meerdere cellagen bestaat. Door de afmetingen van de transversale cellen en de aanwezigheid van één cellaag dikke aleuronlaag, kan met zekerheid worden vastgesteld dat het graan in de etensresten van rogge is. Onder de electronenmicroscopie bleek de matrix van het verkoolde brokje te bestaan uit een vrij structuurloos materiaal met onregelmatig gevormde holtes (zie *figuur 7*). Dit structuurloze karakter van de matrix wijst erop dat het voedsel was gemaakt uit fijngemalen graan, hoogstwaarschijnlijk meel. De onregelmatige kleine holtes (gasbellen) – over het algemeen 100-250 μm in diameter – suggereren bovendien dat dit voedsel wellicht kan worden geïnterpreteerd als de restanten van een brood dat gemaakt werd van deeg dat slecht of weinig gerezen was. In het brokje werden geen kaffragmenten aangetroffen, wat betekent dat het graan zorgvuldig was geschoond.

¹⁵ Dickson, C., 1987; Körber-Grohne & Piening 1980.

¹⁶ Körber-Grohne & Piening 1980.



Figuur 7 SEM-opnamen van verkoold brokje van op rogge gebaseerd voedsel uit vondstnummer 808 (spoor 1053). Zichtbaar zijn fragmentjes van roggezemelen met de kenmerkende transversale cellen (met pijl) ingebed in een structuurloze matrix met kleine gasbellen (© BIAX Consult).



Figuur 8a & b SEM-opnamen van fragmentje roggezemel en aleuronlaag. Zichtbaar zijn transversale cellen en onder deze laag een gebied met aleuronweefsel (a, met pijl). De transversale cellen zijn aan de korte kant verbonden door een longitudinale richel, hetgeen kenmerkend is voor rogge (b, met pijl) (© BIAX Consult).

3.5

CONCLUSIES EN SAMENVATTING

Het pollen- en macrorestenonderzoek heeft interessante informatie opgeleverd over enkele aspecten van de voedingseconomie tijdens de late ijzertijd, late middeleeuwen en nieuwe tijd.

Uit de late ijzertijd is één monster onderzocht. Hieruit bleek dat de toenmalige bewoners van het terrein emmer, spelt en/of tarwe en mogelijk ook haver gebruikten. Uit de analyse van een brokje verkoold, bereid voedsel bleek dat dit voedsel bereid was van een tarwesoort: emmer of spelt. Uit de structuur van het brokje kon bovendien worden opgemaakt dat het voedsel gemaakt werd van fijn gemalen graan (meel), dat van ongerechtigheden was ontdaan. Uit de aanwezigheid van gasbellen blijkt dat het waarschijnlijk om (gerezen) brood of cake gaat.

Uit de nieuwe tijd B is eveneens een monster onderzocht. In dit monster zijn twee verkoalde roggekorrels gevonden. Het fragment bereid voedsel was gemaakt van rogge. Ook dit gerecht was gemaakt van fijngemalen meel, dat van alle onzuiverheden was ontdaan. De aanwezigheid van gasbellen suggereert dat het mogelijk gaat om (gerezen) brood of cake.

In het monster uit de nieuwe tijd B zijn veel takjes van struikhei gevonden. Dit betekent dat in de omgeving sprake was van een heidevegetatie. Door exploitatie van deze heide zijn de resten op het nederzettingsterrein terechtgekomen.

Uit het pollenonderzoek bleek dat de bioturbatielaag of dateert in de late middeleeuwen of door bioturbatie is vervuild met laatmiddeleeuws pollen uit een bovenliggende laag. Uit de waarnemingen die in de bioturbatielaag zijn gedaan, blijkt dat in de late middeleeuwen (*terminus post quem*) rogge, boekweit, hennep en komkommerkruid werd verbouwd.

In de bovenliggende akkerlaag zijn aanwijzingen gevonden voor de verbouw van rogge, boekweit en tarwe en/of gerst. De aanwezigheid van mestschimmels kan betekenen dat de akker bemest werd met dierlijke mest of dat de stoppelweide werd begraasd. De laag heeft een (post)middeleeuwse ouderdom.

In het esdek zijn aanwijzingen gevonden voor de verbouw van rogge, boekweit en gerst en/of tarwe. Ook in deze laag zijn mestschimmels gevonden, wat een aanwijzing kan zijn voor bemesting. Het percentage pollen van struikhei is bijna tweemaal hoger dan in de oudere akkerlaag. Dit kan een uitbreiding van heide in de omgeving betekenen, maar het is ook mogelijk dat het heidepollen in de plaggen(mest) heeft gezeten waarmee de akker is bemest.

4. Literatuur

Bakels, C., 2012: The early history of Cornflower (*Centaurea cyanus* L.) in the Netherlands, *Acta Palaeobotanica* 52, 25-31.

Behre, K.-E., 1991: Zum Brotfund aus dem Ipweger Moor, Ldkr. Wesermarsch, *Berichte zur Denkmalpflege in Niedersachsen* 1, 9.

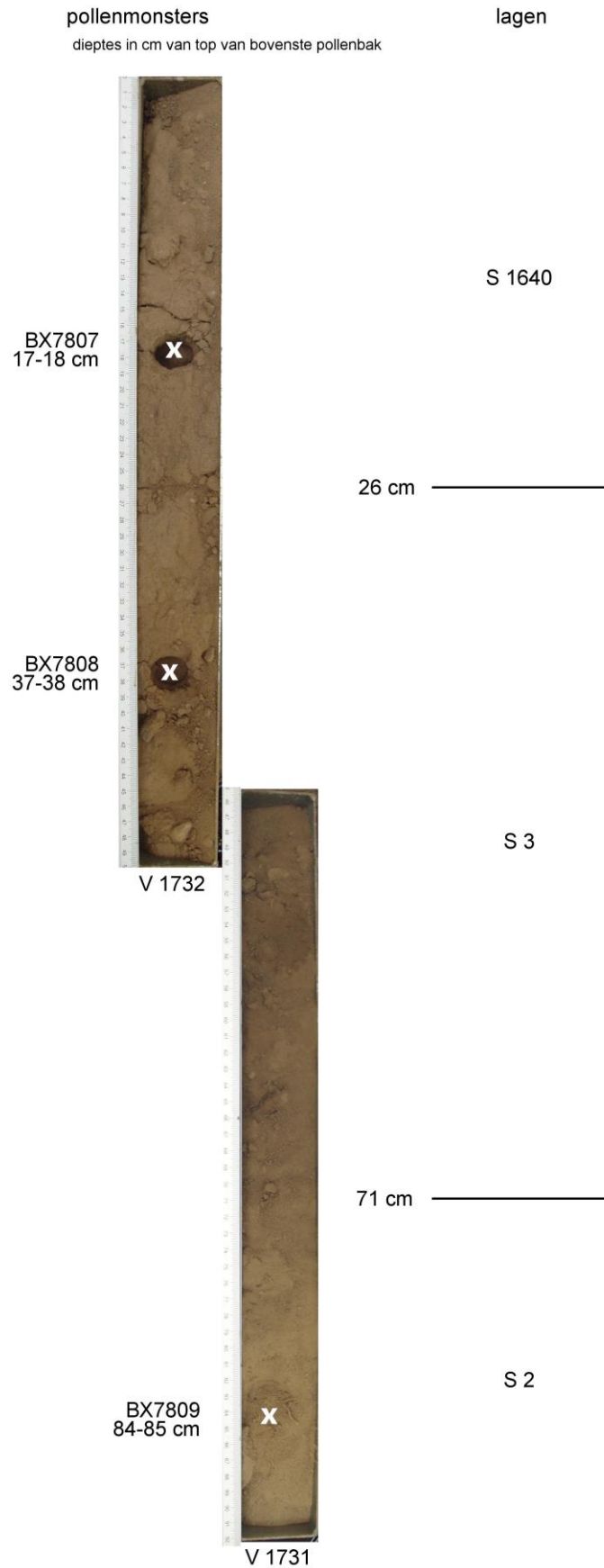
Beug, H.-J., 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, München.

Beurden, L. van, 2012: *Pollen en macroresten van de vindplaats Hapert-De Pan (Midden-Bronstijd en Late Middeleeuwen)*, Zaandam (BIAXiaal 571).

- Beurden, L.M. van, 2000: Archeobotanie: de macroresten, in H.A. Hiddink, Archeologisch onderzoek in de Maasbroeksche Blokken te Boxmeer. De opgravingscampagne van 1998, *Rapportage Archeologische Monumentenzorg* 76, Amersfoort, 51-65.
- Dickson, C., 1987: The identification of cereals from ancient bran fragments. *Circaea* 4 (2), 95-102.
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Geel, B. van, & A. Aptroot 2006: Fossil Ascomycetes in Quaternary Deposits, *Nova Hedwigia* 82/3-4, 313-329.
- Geel, B. van, 1976: *A Palaeoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, based on the Analysis of Pollen, Sporen and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals*, thesis, Amsterdam.
- Geel, B. van, 1998: *A Study of Non-Pollen Objects in Pollen Slides*, Utrecht (ongepubliceerd).
- Haaster, H. van, 2008: *Archeobotanica uit 's-Hertogenbosch. Milieuomstandigheden, bewoningsgeschiedenis en agrarische ontwikkelingen in en rond een (post)middeleeuwse groeistad*, thesis, Groningen (Groningen Archaeological Studies 6).
- Heiss, A.G., N. Pouget & J. Wiethold, 2015 : Tissue-based analysis of a charred flat bread (galette) from a Roman cemetery at Saint-Memmie (Dep. Marne, Champagne-Ardenne, North-Eastern France), *Journal of Archaeological Science* 55, 71-82.
- Heiss, A.G., & A. Kreuz, 2007 : Brot für die Salinenarbeiter. Das Keltenbrot von Bad Nauheim aus archaobotanischer Sicht. Untersuchung zur latenezeitlichen Ernährung in Bad Nauheim, Wetteraukreis, *HessenArchäologie* 2006, 70-73.
- Jørgensen, G., 1977: Acorns as Food-Source in the Later Stone Age, *Acta Archaeologica* 48, 233-238.
- Kooistra, L.I., & L. Kubiak-Martens 2016: Botanisch onderzoek, in: E.N.A. Heirbaut & C.W. Koot (red.), *Archeologische monumentenzorg in het plangebied van de dijkteruglegging bij Lent. Archeologisch onderzoek naar vindplaats 9/57 en de bewoningsgeschiedenis van de ijzertijd en Romeinse tijd*, Deel II, Nijmegen (Archeologische Berichten Nijmegen – Rapport 61), 841-858.
- Körber-Grohne, U., & U. Piening 1980: Microstructure of the Surfaces of Carbonized and non-carbonized Grains of Cereals as Observed in Scanning Electron and Light Microscopes as an Additional Aid in Determining Prehistoric Findings, *Flora* 170, 189-228.
- Kubiak-Martens, L., 2013: Botany: Local Vegetation and Plant Food Economy, in: J.P. Kleijne, O. Brinkkemper, R.C.G.M. Lauwerier, B.I. Smit & E.M. Theunissen (eds), *A Matter of Life and Death at Mienakker (the Netherlands). Late Neolithic Behavioural Variability in a Dynamic Landscape*, Amersfoort (Nederlandse Archeologische Rapporten 45), 99-117.

- Mason, S.L.R., 1995: Acornutopia? Determining the Role of Acorns in Past Human Subsistence, in: J. Wilkins, D. Harvey & M. Dobson (eds.), *Food in Antiquity*, Exeter, 12-23.
- Mason, S.L.R., 2000: Fire and Mesolithic Subsistence – managing Oaks for Acorns in Northwest Europe?, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164, 139-150.
- 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.
- Moreno-Larrazabal, A., E. Uribarri, X. Peñalver & L. Zapata 2014: Fuelwood, Crops and Acorns from Iritegi Cave (Oñati, Basque Country), *Environmental Archaeology* 19 (2), 166-175.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke (eds.) 1980: *The Northwest European Pollen Flora II*, Amsterdam.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke (eds.) 1981: *The Northwest European Pollen Flora III*, Amsterdam.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke (eds.) 1984: *The Northwest European Pollen Flora IV*, Amsterdam.
- Punt, W., & S. Blackmore (eds.) 1991: *The Northwest European Pollen Flora VI*, Amsterdam.
- Punt, W., (ed.) 1976: *The Northwest European Pollen Flora I*, Amsterdam.
- Punt, W., S. Blackmore & G.C.S. Clarke (eds.) 1988: *The Northwest European Pollen Flora V*, Amsterdam.
- Punt, W., S. Blackmore & P.P. Hoen (eds.) 1995: *The Northwest European Pollen Flora VII*, Amsterdam.
- Punt, W., S. Blackmore & P.P. Hoen (eds.) 2003: *The Northwest European Pollen Flora VIII*, Amsterdam.
- Šálková, T., M. Divišová, Š. Kadochová, J. Beneš, K. Delawská, E. Kadlčková, L. Němečková, K. Pokorná, V. Voska, A. Žemličková 2011: Acorns as a Food Resource. An Experiment with Acorn Preparation and Taste, *Interdisciplinaria Archaeologica* II, 139-147.
- Stockmarr, J., 1971: Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis, *Pollen et Spores* 14(4), 615-621.

Bijlage 1 Arnhem-Hoogstedelaan, profiel door de ondergrond in put 64 met positie van de pollenbakken V1731 en V1732 en de genomen pollenmonsters (BX-nummers).



Bijlage 2 Arnhem-Hoogstedelaan, resultaten van het waarderend pollenonderzoek.

Vondstnummer	1731	1731	1732	
Spoor	2	3	1640	
Spooraard	bioturbatielaag	akkerlaag	esdek	
Diepte t.o.v. top pollenbak 1732	84-85 cm	37-38 cm	17-18 cm	
BIAX-labnummer	BX7809	BX7808	BX7807	
rijkdom	arm	rijk	rijk	
conservering	red./goed	slecht/matig	slecht/matig	
telbaar	nee	ja	ja	
globale verhouding bomen/niet-bomen	AP<5%	AP<5%	AP<5%	
bomen en struiken (drogere gronden)	+	+	+	bomen en struiken (drogere gronden)
bomen (nattere gronden)	+	+	.	bomen (nattere gronden)
cultuurgewassen	+	+	++	cultuurgewassen
waaronder:				waaronder:
bernagie	+	.	.	<i>Borago officinalis</i>
boekweit	+	+	+	<i>Fagopyrum</i>
erwt/tuinboon	.	+	.	<i>Pisum sativum/Vicia faba</i>
gerst/tarwe-type	+	+	+	<i>Hordeum/Triticum</i> -type
granen-type	.	+	+	Cerealia-type
hennep	+	.	.	<i>Cannabis sativa</i>
rogge	+	+	+	<i>Secale cereale</i>
akkeronkruiden en ruderalen	+	++	+	akkeronkruiden en ruderalen
waaronder:				waaronder:
korenbloem	.	+	+	<i>Centaurea cyanus</i>
graslandplanten en kruiden (algemeen)	++	++++	++++	graslandplanten en kruiden (algemeen)
heide en hoogveenplanten	+	++	++	heide en hoogveenplanten
waaronder:				waaronder:
struikhei	+	++	++	<i>Calluna vulgaris</i>
veenmos	+	+	+	<i>Sphagnum</i>
sporenplanten	.	++	+	sporenplanten
mestschimmels	+	++	++	mestschimmels
verkoelde plantenresten	++++	+++	+++	verkoelde plantenresten

Bijlage 3 Arnhem-Hoogstedelaan, resultaten van het pollenonderzoek. Het monster uit spoor 2 (linker kolom) is niet geanalyseerd vanwege de slechte conservering. Van dit vondstnummer worden alleen de waarnemingen in de tabel weergegeven.

Verklaring: + = aangetroffen buiten de pollentelling, ++ = aanwezig, +++ = in hoge concentratie aanwezig, B = determinatie volgens Beug (2004), P = determinatie volgens Punt *et al.* (1976-2009), T (gevolgd door nummer) = NPP-Type *sensu* Van Geel (1976, 1998).

Vondstnummer	1731	1731	1732		
Spoor	2	3	1640		
Spooraard	bioturbatielaag	akkerlaag	esdek		
Diepte t.o.v. top pollenbak 1732	84-85 cm	37-38 cm	17-18 cm		
BIAX-labnummer	BX7809	BX7808	BX7807		
Aantal (N) en Percentage (%)	n.v.t.	N	%	N	%
Totalen					
Som boompollen	.	30	4,6	34	5,2
Som niet-boompollen	.	621	95,4	623	94,8
Bomen en struiken (drogere gronden)	.	10	1,5	18	2,7
Bomen (nattere gronden)	.	20	3,1	16	2,4
Cultuurgewassen	.	41	6,3	61	9,3
Akkeronkruiden en ruderalen	.	21	3,2	15	2,3
Graslandplanten	.	446	68,5	398	60,6
Algemene kruiden	.	67	10,3	82	12,5
Heide en hoogveenplanten	.	36	5,5	61	9,3
Sporenplanten	.	10	1,5	6	0,9
Bomen en struiken (drogere gronden)					
Den	.	+	+	.	.
Eik	+	5	0,8	5	0,8
Hazelaar	+	5	0,8	13	2,0
Linde	+	.	.	+	+
Bomen (nattere gronden)					
Els	+	19	2,9	16	2,4
Wilg	+	1	0,2	.	.
Cultuurgewassen					
Bernagie	+
Boekweit	+	2	0,3	+	+
Gerst/Tarwe-type	+	15	2,3	19	2,9
Granen-type	+	16	2,5	26	4,0
Hennep	+
Rogge	+	8	1,2	16	2,4
Akkeronkruiden en ruderalen					
Alsem	+	.	.	1	0,2
Bolderik	.	+	+	.	.
Brandnetelfamilie	.	.	.	1	0,2
Eenjarige hardbloem	.	2	0,3	+	+
Gewone spurrie	.	1	0,2	.	.
Gewoon varkensgras-type	.	3	0,5	3	0,5
Korenbloem	+	12	1,8	6	0,9
Perzikkruid-type	.	.	.	1	0,2
Zandblauwtje-type	.	2	0,3	1	0,2
Geel hauwmos	.	+	+	.	.
Land-/Watervorkje	.	1	0,2	2	0,3
Graslandplanten					
Grassenfamilie	++	400	61,4	350	53,3
Grassenfamilie, korrels >40 mu	.	12	1,8	14	2,1
Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type	.	.	.	1	0,2
Scherpe boterbloem-type	+	1	0,2	6	0,9
Smalle weegbree-type	+	9	1,4	7	1,1
Veldzuring-type	.	16	2,5	13	2,0
					Pinus (B)
					Quercus (B)
					Corylus (B)
					Tilia (B)
					Alnus (B)
					Salix (B)
					Borago (B)
					Fagopyrum (B)
					Hordeum/Triticum-type
					Cerealialia-type
					Cannabis sativa (P)
					Secale (B)
					Artemisia (B)
					Agrostemma githago (B)
					Urticaceae (B)
					Scleranthus (B)
					Spergula arvensis
					Polygonum aviculare-type (B)
					Centaurea cyanus (B)
					Persicaria maculosa-type (B)
					Jasione montana-type (B)
					Phaeoceros laevis
					Riccia
					Poaceae (B)
					Poaceae >40 mu
					Plantago major-media-type (B)
					Ranunculus acris-type (B)
					Plantago lanceolata-type (B)
					Rumex acetosa-type (P)

Vondstnummer	1731	1731	1732		
Spoor	2	3	1640		
Spooraard	bioturbatielaag	akkerlaag	esdek		
Diepte t.o.v. top pollenbak 1732	84-85 cm	37-38 cm	17-18 cm		
BIAX-labnummer	BX7809	BX7808	BX7807		
Aantal (N) en Percentage (%)	n.v.t.	N %	N %		
Vlinderbloemenfamilie	.	4 0,6	4 0,6	Fabaceae p.p. (B)	
Weegbree	.	4 0,6	3 0,5	Plantago	
Algemene kruiden					
Anjerfamilie	+	2 0,3	.	Caryophyllaceae (B)	
Composietenfamilie buisbloemig	+	4 0,6	10 1,5	Asteraceae tubuliflorae	
Composietenfamilie lintbloemig	+	22 3,4	23 3,5	Asteraceae liguliflorae	
Ganzenvoetfamilie	+	.	1 0,2	Chenopodiaceae p.p. (B)	
Hennepnetel-type	.	1 0,2	.	Galeopsis-type (B)	
Kamille-type	.	19 2,9	27 4,1	Matricaria-type (B)	
Kruisbloemenfamilie	.	15 2,3	17 2,6	Brassicaceae (B)	
Rapunzel-type	.	2 0,3	1 0,2	Phyteuma-type (B)	
Schermbloemenfamilie	.	1 0,2	3 0,5	Apiaceae (B)	
Vrouwenmantel-groep	.	1 0,2	.	Alchemilla-groep (B)	
Heide- en hoogveenplanten					
Heifamilie (overig)	.	1 0,2	.	Ericaceae (overig)	
Struikhei	+	32 4,9	60 9,1	Calluna vulgaris (B)	
Veenmos	+	3 0,5	1 0,2	Sphagnum	
Varens					
Niervaren-type	+	10 1,5	6 0,9	Dryopteris-type	
Eikvaren	.	+ +	+ +	Polypodium	
Mestschimmels					
Brokkelspoorzwam-type	+	3 0,5	4 0,6	Sporormiella-type (T.113)	
Menhirzwammetje-type	+	1 0,2	3 0,5	Podospora-type (T.368)	
Mestvaasje-type	+	7 1,1	3 0,5	Sordaria-type (T.55A)	
Mestvaasje-type	.	.	1 0,2	Sordaria-type (T.55B)	
Spinselbolletje-type	.	.	+ +	Arnium-type (T.261)	
Wratsporig punthoofdje	.	1 0,2	4 0,6	Apiosordaria verruculosa	
Overige microfossielen					
Verbrande plantenresten	+++	++ ++	++ ++	Houtskool fragmenten	
Indet en Varia	.	16 2,5	24 3,7	Indet en Varia	
Gegevens t.b.v. concentratieberekening					
Pollenconcentratie	.	64.472 64.472	77.442 77.442	Pollenconcentratie	
Exoten per pil	9666	9666 9666	9666 9666	Exoten per pil	
Aantal pillen met exoot	2	2 2	2 2	Aantal pillen met exoot	
Getelde exoten	.	20 20	17 17	Getelde exoten	
Getelde pollensom	.	651 651	657 657	Getelde pollensom	
Monstervolume in ml	10	10 10	10 10	Monstervolume in ml	

Bijlage 4 Arnhem-Hoogstedelaan, resultaten van de macrorestenwaarderingen.

Verklaring: GR = greppel, KL = kuil, HK = haardkuil, PK = paalkuil, v = verkoold, o = onverkoold, + = 1-10 resten, ++ = 11-100 resten, +++ = >100 resten, U = uitstekend, G = goed, R = redelijk, M = matig, S = slecht.

Vondstnummer	Put	Spoor	Spooraard	cultuurgewassen (v)	kafresten (v)	wilde planten (v)	soortvariatie (v)	kwaliteit (v)	cultuurgewassen (o)	kafresten (o)	wilde planten (o)	soortvariatie (o)	kwaliteit (o)	cultuurgewassen	wilde planten	determineerbaar houtskool	aardewerk	mollusken	bot	analyse?
614	19	770	KL	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		geen andere plantenresten dan houtskool	+++	.	.	.	nee
808	29	1053	PK	+	.	.	1	R	.	.	.	.	.	rogge	melganzenvoet (sub-recent)?	+	.	.	.	ja
1584	48	2129-2	HK	+	.	+	3	S	.	.	.	.	.	graan (waarschijnlijk rogge & tarwe)	geen andere plantenresten dan houtskool	+++	.	.	.	ja
1585	48	2139-2	HK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		melganzenvoet (sub-recent?), zwaluwtong (sub-recent?)	++	.	.	.	nee
1586	48	2120	GR	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		melganzenvoet (sub-recent?)	+	.	.	.	nee
1815	67	2562-3	HK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		geen andere plantenresten dan houtskool	+++	.	.	.	nee
1816	67	2562-3	HK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		geen andere plantenresten dan houtskool	+++	.	.	.	nee
1817	67	2502-3	PK	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.		geen andere plantenresten dan houtskool	+++	.	.	.	nee

Bijlage 5 Arnhem-Hoogstedelaan, resultaten van het macrorestenonderzoek. Alle resten zijn verkoold.
 Verklaring: + = enkele, ++ = tientallen, +++ = honderden.

Vondstnummer	808	1584	
Spoor	1053	2129-2	
Datering	nieuwe tijd B	late ijzertijd	
Spooraard	paalkuil	haardkuil	
Haver	.	1	Avena
Struikhei, takjes	++		Calluna vulgaris
Graan (fragmenten)	1	6	Cerealia indet.
Gewone dophei/struikhei, bloemen	+	.	Erica/Calluna
Eik, eikel (fragmenten)	.	4	Quercus, eikel
Rogge	2	.	Secale cereale
Emmer/spelt/tarwe	.	1	Triticum
Bereid voedsel (fragmenten)	6	4	
Houtskool	+	+++	