

Tijd in centimeters

Een kijkje in het landschap van een dekzandrug te Almere

rapport 2662

Redactie M. Opbroek en E. Lohof



onder redactie van
M. Opbroek en E. Lohof

Tijd in centimeters. Een kijkje in het landschap van een dekzandrug te Almere



Tijd in centimeters

Een kijkje in het landschap van een dekzandrug te Almere

Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van proefsleuven en een hoogwaardig booronderzoek

Onder redactie van M. Opbroek en E. Lohof

Auteurs:

J.A.A. Bos
R. Exaltus (EGM)
K. van Kappel
L.I. Kooistra (BIAX *Consult*)
E. Lohof
J.J.W. de Moor (Earth Integrated Archaeology)
M. Opbroek
F. Verbruggen



Colofon

ADC Rapport 2662

Tijd in centimeters. Een kijkje in het landschap van een dekzandrug te Almere
Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van proefsleuven en een Hoogwaardig booronderzoek

Onder redactie van: M. Opbroek en E. Lohof

In opdracht van: Bureau Archeologie, gemeente Almere
Directievoering: Bureau Archeologie, gemeente Almere

Foto's en tekeningen: ADC ArcheoProjecten, tenzij anders vermeld

© ADC ArcheoProjecten, Amersfoort, februari 2012

Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
worden door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook
zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgevers.

ADC ArcheoProjecten aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend
uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.



Autorisatie:
E. Lohof

ISSN 1875-1067

ADC ArcheoProjecten
Postbus 1513
3800 BM Amersfoort
Tel 033 299 8181
Fax 033 299 8180
Email info@archeologie.nl

Inhoudsopgave

Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied	4
Samenvatting	5
1 Inleiding	7
1.1 Algemeen	7
1.2 Doel van het onderzoek en onderzoeksvragen	9
1.3 Opzet van het rapport	11
2 Methoden en technieken veldwerk	12
2.1 Hoogwaardig booronderzoek	12
2.2 IVO-Proefsleuvenonderzoek	13
3 Methoden en technieken specialistische analyses	17
3.1 Pollen (J.A.A. Bos en F. Verbruggen)	17
3.2 Houtskool (L.I. Kooistra)	18
3.3 Micromorfologie (K. van Kappel en R. Exaltus)	19
3.4 Dateringen	20
4 De landschappelijke ontwikkelingen van Zuidelijk Flevoland (J.J.W. de Moor)	21
5 Resultaten veldwerk	24
5.1 Verspreidingen van archeologische indicatoren per fase	24
5.2 Sporen en structuren	28
5.3 Resultaten booronderzoek en profielen (J.J.W. de Moor)	30
6 Resultaten specialistisch onderzoek	31
6.1 Vuursteen	31
6.2 Pollen onderzoek (J.A.A. Bos en F. Verbruggen)	32
6.2.1 Inleiding	32
6.2.2 Resultaten	32
6.3 Houtskool onderzoek (L.I. Kooistra)	45
6.3.1 Inleiding	45
6.3.2 Resultaten	49
6.3.3 Discussie	51
6.4 Micromorfologie (K. van Kappel en R. Exaltus)	53
6.5 Resultaten ¹⁴ C-dateringen	54
7 Synthese en Conclusies (M. Opbroek en E. Lohof)	56
7.1 Inleiding	56
7.2 Landschapsbeheer in het Mesolithicum door middel van vuur	56
7.3 Bespreking van de specialistische conclusies	59
7.3.1 Conclusies pollenonderzoek	59
7.3.2 Conclusies houtskoolonderzoek	59
7.3.3 Conclusies micromorfologisch onderzoek	59
7.3.4 Conclusies landschappelijk onderzoek	60
7.3.5 Bespreking van de conclusies	60
8 Waardering en selectieadvies	66
Literatuur	67
Lijst van afbeeldingen	70
Lijst van tabellen	71
Bijlage 1A Overzicht boringen en profielen	73
Bijlage 1B Oostprofiel Put 2, bemonsterde segmenten en dateringen	78
Bijlage 1C Begemannboringen	79
Bijlage 2 Bodemmicromorfologisch onderzoek Almere Overgooi (K. van Kappel en R. Exaltus)	82
Bijlage 3 ¹⁴ C-dateringen	86
Verklarende woordenlijst	98



Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Provincie:	Flevoland
Gemeente:	Almere
Plaats:	Almere
Toponiem:	Maatweg-Meesweg-Meentweg
Kaartblad:	26C
Coördinaten Plangebied:	NW: 146.520 / 482.840 NO: 147.710 / 482320 ZO: 147.610 / 482.120 ZW: 146.350 / 482.720
Coördinaten Onderzoeksgebied IVOp:	NW: 146.869,9 / 482.514,6 NO: 147.186,5 / 482.380,4 ZO: 147.170,0 / 482.340,7 ZW: 146.853,4 / 482.475,6
Projectverantwoordelijke:	M. Opbroek
Bevoegde overheid:	Gemeente Almere
Deskundige namens de bevoegde overheid:	W.J.H. Hogestijn
ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer (CIS-code):	30168
ADC-projectcode:	4108377
Complex en ABR codering:	NBAS, NX, GX.
Periode(n):	Mesolithicum, Vroeg Neolithicum en Midden Neolithicum.
KNA versie:	3.1
Geomorfologische context:	Noord-zuid gelegen dekzandrug met vrijwel intact podzolprofiel.
NAP hoogte maaiveld:	Tussen - 3,58 en - 3,85 NAP
Maximale diepte onderzoek:	- 6,31 NAP (2,73 – maaiveld)
Uitvoering van het veldwerk:	04-08-08 t/m 01-09-08
Beheer en plaats documentatie:	Provinciaal Depot te Lelystad
e-depot link:	http://persistent-identifier.nl/?identifier=urn:nbn:nl:ui:13-211-91r



Samenvatting

In opdracht van Bureau Archeologie, gemeente Almere heeft ADC ArcheoProjecten in augustus 2008 een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van proefsleuven en een hoogwaardig booronderzoek uitgevoerd voor het plangebied Almere Haven; Maatweg - Meesweg – Meentweg in Almere-Haven. Het onderzoeksgebied maakte deel uit van een plangebied dat ontwikkeld zou worden tot landschapszone met waterpartij. Voor deze waterpartijen zou tot maximaal 4,5 m onder maaiveld worden verdiept wat mogelijk aanwezige archeologische resten zou vernietigen. Op basis van de ligging van de locatie, op een hooggelegen dekzandrug die pas in het Midden Neolithicum onbruikbaar zou worden door de vernatting van het landschap was de verwachting voor archeologische resten hoog.

Tijdens het onderzoek van de locatie zijn sporen van extensief gebruik door de mens vastgesteld in de vorm van enkele restanten van kuilen en enkele vuursteen chips en één kling. De conclusie voor extensief gebruik van de locatie werd onderbouwd doordat het landschappelijk onderzoek uitwees dat antropogene sporen van intensief gebruik niet zouden kunnen zijn uitgewist door bodemkundige en/of erosieprocessen.

Daarnaast is onderzoek gedaan naar de oorzaak en oorsprong van houtskool aanwezig in alle bodemhorizonten (een fenomeen dat door geheel Almere voorkomt en de interpretatie van vindplaatsen tijdens prospectie bemoeilijkt). Hierbij is de mogelijkheid van het gebruik van vuur door de mesolithische mens als vorm van flora en fauna beheer ter optimalisering van de leefomgeving onderzocht naast de opties van natuurlijke branden en de mogelijkheid dat het houtskool uit antropogene bronnen zoals haardkuilen afkomstig zou kunnen zijn. Hierbij is gebruik gemaakt van pollen onderzoek voor een vegetatie reconstructie, houtskoolonderzoek en ¹⁴C-datering. Hoewel aan de resultaten van het onderzoek geen definitieve conclusies kunnen worden verbonden zijn er wel sterke aanwijzingen dat antropogene factoren een rol hebben gespeeld als bron van het vele macroscopische houtskool in de bodemhorizonten.

Intensief gebruik werd dus niet vastgesteld terwijl de verwachting hiervoor hoog was. De reden voor de afwezigheid van intensief gebruik is onduidelijk, maar de omvang van de dekzandrug -waarop ander vindplaatsen al zijn vastgesteld- ten opzichte van het zeer kleine oppervlak dat onderzocht is maakt de kans groot dat een intensiever gebruikte vindplaats zich in de nabijheid bevindt. Dit wordt ondersteunt door de conclusie dat een deel van het houtskool dat is aangetroffen in de bodemhorizonten uit haardkuilen afkomstig zou kunnen zijn vanwege het hoge percentage verglaasd houtskool aanwezig in de monsters (verglaasd houtskool is een bijproduct in haardkuilen die gebruikt worden voor de winning van teer). Het is echter eveneens duidelijk geworden dat op dit moment de stand van onderzoek, naar het al dan niet antropogeen zijn van houtskool, nog niet ver genoeg gevorderd is om tot definitieve uitspraken te komen. Dit geldt eveneens voor het onderzoek naar de neerslag die bosbranden achterlaten in een ver verleden en hoe deze neerslag te interpreteren.

Dit onderzoek heeft naast enkele antwoorden eveneens veel nieuwe vragen en mogelijke richtingen van verder onderzoek opgeleverd die mee zullen worden genomen in toekomstig onderzoek.



Tabel 1. Overzicht van de verschillende (pre)historische perioden.

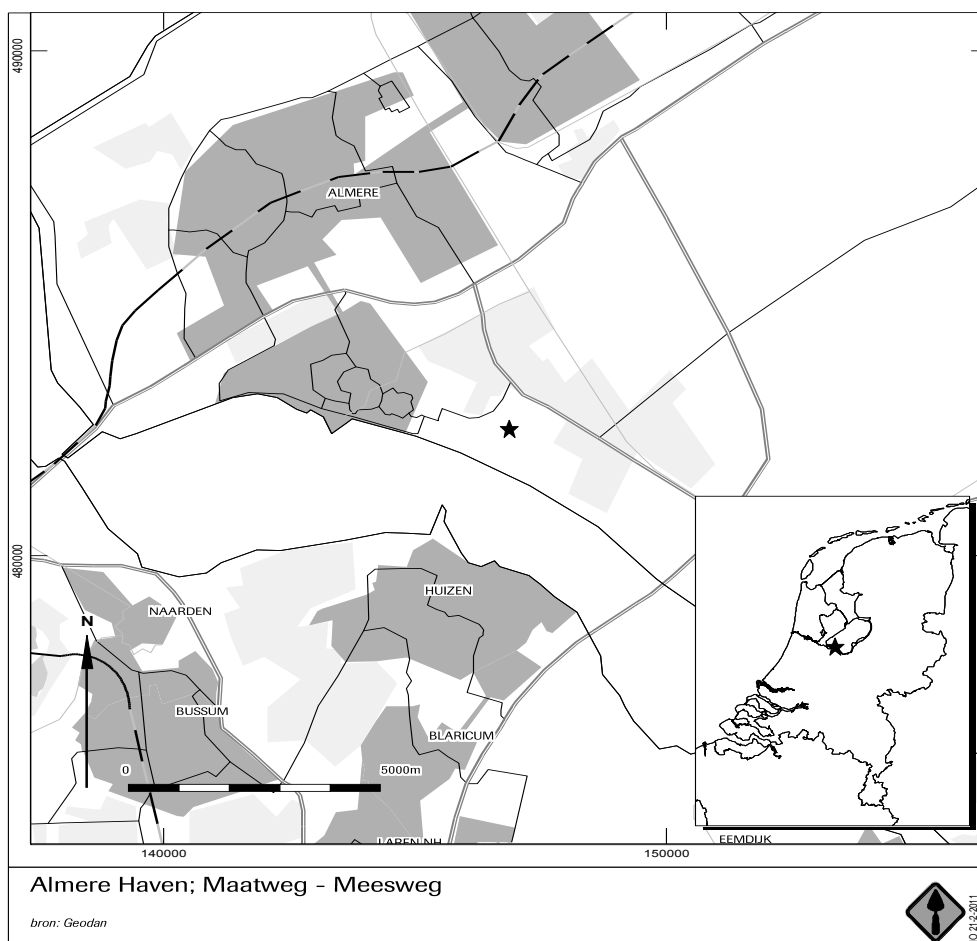
Geologische perioden			Archeologische perioden					
Tijdvak	Chronozone	Datering (BP)			Datering			
Holoceen	Vroeg Subatlanticum	0	Nieuwe Tijd					
			Middeleeuwen	Laat	1500			
				Vroeg	1050			
			Romeinse Tijd	Laat	450			
				Midden	270			
	Vroeg	70 na Chr. 12 voor Chr.						
	Subborea	3000	Ijzertijd	Laat	250			
				Midden	500			
				Vroeg	800			
			Bronstijd	Laat	1100			
Midden				1800				
Atlantimum	5000	Neolithicum (Nieuwe Steentijd)	Vroeg	2000				
			Midden	2850				
Borea	8000	Mesolithicum (Midden Steentijd)	Laat	4200				
			Midden	4900/5300				
Preborea	9000		Vroeg	6450				
				7100				
Pleistoceen	Laat Glaciaal	Late Dryas	10.000	Paleolithicum (Oude Steentijd)	8800			
		Allerød	11.050					
		Vroege Dryas	11.500					
		Bølling	12.000					
			12.500					
	Weichselien	Pleniglaciaal	Laat			26.000	Laat	35.000
			Midden			60.000		
			Vroeg			71.000		
		Vroeg Glaciaal	Odderade				Midden	
			Brørup					
	Eemien	Saalien Complex				115.000	Oud	300.000
						130.000		
						370.000		
						410.000		
						475.000		



1 Inleiding

1.1 Algemeen

In opdracht van Bureau Archeologie, gemeente Almere heeft ADC ArcheoProjecten een Inventariserend Veldonderzoek (IVO) in de vorm van proefsleuven en een hoogwaardig booronderzoek uitgevoerd voor het plangebied Maatweg – Meesweg-Meentweg in Almere Haven (afb. 1). In het kader van de ontwikkeling van het gebied als 'landschapszone' zullen eventuele archeologische waarden worden verstoord of vernietigd, doordat voor de voorgenomen aanleg van waterpartijen de bovengrond tot maximaal 4,5m onder maaiveld zal worden vergraven. Dit is tot in het verwachte dekzandniveau waarvoor een hoge verwachting op het voorkomen van archeologische resten geldt.



Afb. 1. Locatie van het onderzoeksgebied op de topografische kaart.

Een bureauonderzoek¹ en een karterend booronderzoek² (beide uitgevoerd door Bureau Archeologie, Almere) gingen in 2006 en 2008 aan dit onderzoek vooraf. Waarderend vooronderzoek heeft niet plaatsgevonden op deze locatie. Bij het voorgaande vooronderzoek werd geconcludeerd dat:

“In het deel van het plangebied waar de proefputten komen, d.i. op het hoogste deel van de onderliggende dekzandrug, is een vrijwel intact podzolprofiel vast gesteld (A-, E-, B- en C- horizonten). Indien dit juist is, kan worden gesproken van een uitstekende conservering en gaafheid. In hoeverre de grondwaterspiegel organisch materiaal heeft geconserveerd is niet bekend. Op de westelijke flank van de dekzandrug, waar de boringen komen, is in boringen sporadisch een hydropodzol aangetroffen, maar overwegend tot in de C-horizont afgetopte profielen. Het plangebied ligt dwars op een noord-zuid gelegen dekzandrug, die met een top van minder dan 5m onder NAP de hoogste dekzandrug in de gemeente Almere vormt. Het bodemprofiel op de top van de dekzandrug lijkt in tact. Volgens het IVO-booronderzoek ligt de top van het

¹ Visscher 2006.

² Hogestijn, Visscher, Post & Kerkhoven 2008.



dekzand hier 1,20 – 3m onder maaiveld. Vondstlagen liggen iets dieper. De westelijke flank is echter afgetopt of verspoeld. Het geheel is overdekt door veen. (De diepte van de ontgraving zal op het hoogste punt tussen 2 – 4,5m zijn).”³

Op basis van de ligging van de locatie (op een hooggelegen dekzandrug in de ondergrond) was de theoretische verwachting voor archeologische resten voor alle perioden vanaf Laat-Paleolithicum tot en met Midden-Neolithicum hoog. Na deze perioden is de dekzandrug naar alle waarschijnlijkheid onbewoonbaar geworden door de vernatting van dit gebied (zie voor periodisering tabel 1).

Het plangebied heeft een totale oppervlakte van ca. 21 ha en het is momenteel in gebruik als grasland of ligt braak. Dit gebied bevindt zich ten noorden van de Maatweg - Meesweg en wordt ten westen begrensd door de Meentweg en ten oosten door het Cirkelbos. Slechts het zuidelijke deel van dit plangebied wordt ontwikkeld als waterpartij, dit deel van het plangebied is dan ook als onderzoeksgebied aangegeven. In de rest van het plangebied zal geen diepe verstoring plaatsvinden. Het onderzoeksgebied voor de proefsleuven betreft 17.000 m² en het ligt direct ter hoogte van de kruising Maatweg en Meesweg, parallel aan beide wegen, grofweg tussen de twee (inmiddels gesloopte) boerderijen in het midden van het onderzoeksgebied. Het westelijke deel van het onderzoeksgebied dat in het westen begrensd wordt door de Meentweg en in het oosten door het onderzoeksgebied met de proefsleuven, is onderzocht door middel van boringen. In totaal zijn vier proefsleuven aangelegd, 42 gutsboringen gezet en drie Begemannboringen uitgevoerd (afb. 2 en 4).

Het veldwerk is uitgevoerd tussen 4 augustus en 1 september 2008. In die periode zijn de proefsleuven aangelegd en onderzocht en de boringen gezet conform het Programma van Eisen (PvE), dat door E. Lohof is opgesteld,⁴ en het Plan van Aanpak (PvA), dat door W. Roessingh, J. de Moor en E. Lohof in het offerte stadium is opgesteld op basis van het PvA aangeleverd door de gemeente Almere.⁵ Het PvE is goedgekeurd door H. Visscher, namens W.J. H. Hogestijn van Bureau Archeologie gemeente Almere. De vondsten en bijbehorende documentatie die tijdens het IVO zijn verzameld, worden gedeponneerd in het Provinciaal Depot van Flevoland te Lelystad.

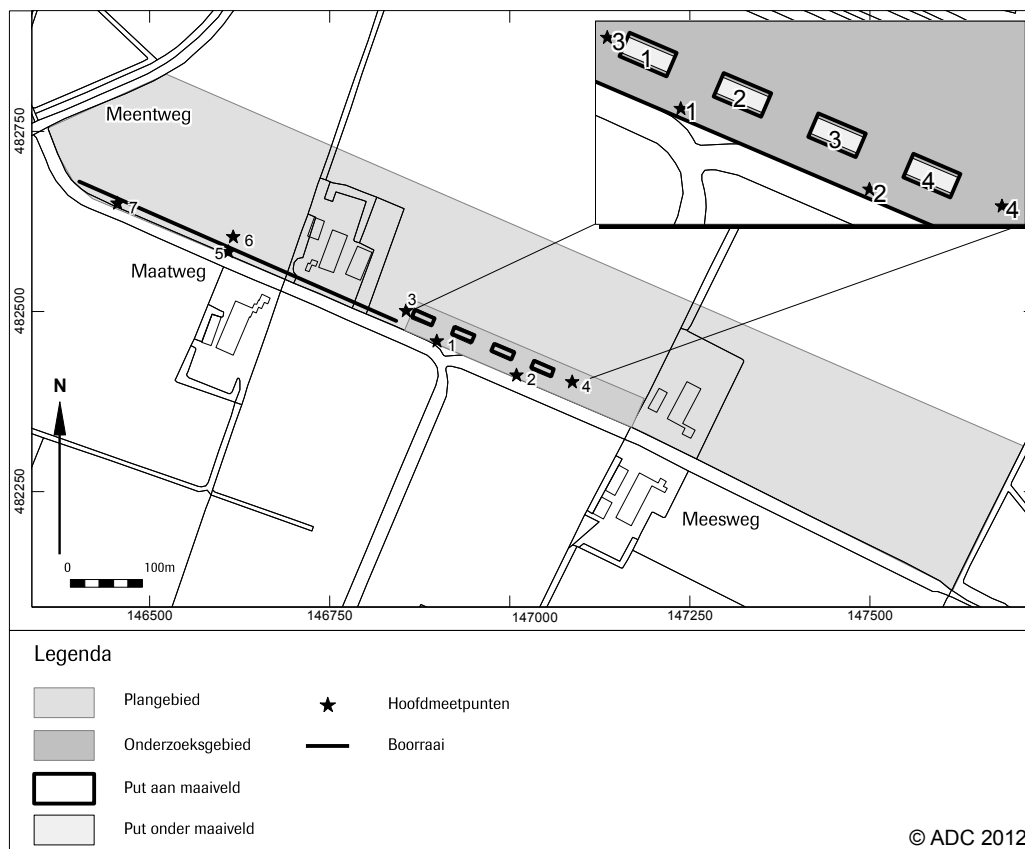
Het veldteam bestond uit de volgende personen: M. Opbroek (projectverantwoordelijke en veldarcheoloog), N. Huisman en R. Machiels (veldtechnici), A. Griffioen, M. van Kruining, W. Smit, F. Vermue (veldassistenten) en T. van Cullemborgh (kraanmachinist van de firma Schilder). De bij dit project betrokken fysisch geograaf was J. de Moor (Earth Integrated Archaeology), senior archeoloog was E. Lohof.

De contactpersoon bij de opdrachtgever en tevens de Bevoegde Overheid is W. J. H. Hogestijn. Het vondstmateriaal is bestudeerd door, R. Machiels (ADC, vuursteen), A. Verbaas (Laboratorium voor Artefactstudies Leiden, vuursteen gebruikssporen), H. Bos en F. Verbruggen (ADC, botanische monsters), L. Kooistra (BIAX *Consult*, houtskoolresten).

³ Kerkhoven 2008.

⁴ Lohof 2008, PvE nr.: 08-257; ADC nr.: 4108806.

⁵ Kerkhoven 2008.



Afb. 2. Alle Putten overzicht, locatie boorraai.

1.2 Doel van het onderzoek en onderzoeksvragen

Het IVO in de vorm van proefsleuven en boringen heeft een driedelig doel zoals gesteld in het PvE en het PvA⁶:

1. Het opsporen en conform KNA 3.1 waarden van eventuele archeologische waarden.
2. Het evalueren van de uitkomsten van het prospectieve booronderzoek in termen van representativiteit, doelmatigheid en doeltreffendheid.
3. Het verbeteren van het inzicht in de archeologische potentie van paleolandschappen.

In het PvE zijn verschillende onderzoeksvragen gesteld met betrekking tot de archeologische resten. Daarnaast is er een duidelijke nadruk op landschappelijke vraagstellingen. De vraagstellingen worden in dit rapport in de lopende tekst beantwoord op basis van de resultaten van het proefsleuvenonderzoek, het booronderzoek en het specialistisch onderzoek.

Onderzoeksvragen gericht op de archeologische resten

1. Zijn er in het plangebied archeologische waarden aanwezig?
2. Wat zijn de begrenzingen van deze waarden?
3. Wat zijn de dateringen van deze waarden?
4. Wat zijn de waardestellingen van deze waarden (behoudenswaardig/niet behoudenswaardig conform KNA3.1)?
5. Is sprake van enkelvoudige archeologische vindplaats(en) of van een palimpsest?
6. Zijn paalconfiguraties aanwezig die kunnen wijzen op bouwkundige structuren?

⁶ Lohof 2008, PvE nr.: 08-257; ADC nr.: 4108806 / Kerhoven 2008.



Onderzoeksvragen fysisch geografisch en paleolandschappelijk onderzoek

1. Zijn in de top van het dekzand (de A- en E-horizonten) indicaties aanwezig voor bodembewerking (hak- of ploegbouw) dan wel andere indicaties die wijzen op menselijke activiteiten (betreding, *trampling*, antropogene sporen of resten daarvan)
2. Zijn er op het dekzand en in het veen op de flank van de dekzandrug indicaties voor verstuingen (zandlenzen in het veen)?
3. Wat is de datering van eventueel houtskool in de top van het dekzand?
4. Hoe is de lithologische opbouw en de lithogenese van het bovenste traject van het dekzand en het holocene pakket?
5. Waar is het podzolprofiel geheel of gedeeltelijk aanwezig?
6. Hoe is de overgang van de top van het Pleistoceen naar het afdekkende substraat (o.a. veen)?
7. Zijn er successiefasen in het veen?
8. Wat voor soort veen is het (al dan geen basisveen)?
9. Wat is de datering van de onderkant van het afdekkende veen (veen op dekzand)?
10. Wat is de datering van de eventuele erosie van de top van het Pleistoceen?
11. Zijn in het veen aanwijzingen aanwezig die wijzen op bewoning op de nabijgelegen dekzandrug? Zijn er veraarde venlagen aanwezig of andere aanwijzingen die wijzen op "winning" of gebruik van het veen?
12. Hoe is de vernattingsgeschiedenis van de dekzandrug en wanneer werd de dekzandrug onbewoonbaar?

Het specialistische onderzoek is gericht op het beantwoorden van de voorgenoemde onderzoeksvragen. Daarbij gaat vooral het fysisch-geografische onderzoek verder dan doorgaans het geval is bij een inventariserend en waardestellend onderzoek in de vorm van proefsleuven.

Nadat tijdens het veldwerk bleek dat de archeologische component in de vorm van sporen en vuursteen minimaal was, rees de vraag of dit te verklaren was doordat de dekzandrug nooit (intensief) door de mens was gebruikt of dat antropogene resten door erosie waren verdwenen.

Hieruit kwamen enige aanvullende onderzoeksvragen voort:

1. Wat is de lithologische opbouw en lithogenese van het bovenste traject van het dekzand en het pakket holocene sedimenten
2. Wat is de archeologisch inhoudelijke betekenis van het veen, in termen van prehistorisch landschapsgebruik en paleolandschappelijke ontwikkelingen
3. Wat is de vernattingsgeschiedenis van de dekzandrug en wanneer werd de dekzandrug onbewoonbaar.

Naast de veldgegevens zijn voornamelijk botanische en micromorfologische analyses en ¹⁴C dateringen toegepast om de bovenstaande vragen te beantwoorden.

De analyses en dateringen zijn uitgevoerd op monsters uit zowel de in de putten geslagen monsterbakken, uit de kernen van de Begemann boringen en houtskool uit opgegraven segmenten.

Dateringen worden gebruikt om de verdrinkingsgeschiedenis van het gebied te reconstrueren en zullen een goede aanvulling van dan wel uitbreiding vormen op het reeds bestaande beeld van verdrinking van het dekzandlandschap in de Flevopolder (feitelijk zijn dit aanvullingen op de grondwater/zeespiegelcurves van o.a. Van de Plassche *et al.*⁷ en Makaske *et al.*⁸)

Aanvullende landschappelijke vraagstelling op basis van het veldwerk

Doordat de bulkboringen uit de vakken van de proefsleuven zeer veel "natuurlijk" houtskool hebben opgeleverd, ontstond gedurende het veldwerk het idee hier verder onderzoek naar te doen. Houtskool komt namelijk in de gehele de regio veel voor en wordt daarom ook niet gezien als een indicator voor menselijke aanwezigheid tenzij het wordt aangetroffen in combinatie met andere indicatoren zoals vuursteen. De



Afb. 3. Bemonstering van de Profielen.

⁷ Van de Plassche *et al.* 2005.

⁸ Makaske *et al.* 2003.



oorsprong, het ontstaan van dit houtskool, is echter onbekend, mogelijk was het afkomstig van een veenbrand of een bosbrand.⁹ Om het houtskool te kunnen plaatsen in de juiste bodemhorizont en eventueel een datering mogelijk te maken werd besloten om een kolom in eenheden van 25 x 25 x 5 cm vanaf maaiveld tot in de C-horizont te bemonsteren.

1.3 Opzet van het rapport

Dit rapport betreft een standaardrapport zoals genoemd in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA 3.1 -specificatie VS05). In dit rapport worden de resultaten van het onderzoek gepresenteerd, waarna de eerste conclusies volgen. Dit onderzoek vormt in principe geen eindstation, maar de basis van waaruit verder synthetiserend onderzoek kan plaatsvinden. Dat zal niet op deze locatie van toepassing zijn omdat na het veldwerk en de evaluatie door het Bevoegd Gezag de beslissing is genomen het terrein vrij te geven.

Na de samenvatting en dit inleidende hoofdstuk volgt in hoofdstuk 2 een omschrijving van de onderzoeksmethoden en technieken van het veldwerk en in hoofdstuk 3 van de uitwerking. In hoofdstuk 4 zal het landschappelijke kader van de vindplaats worden besproken en vervolgens zullen de resultaten van het veldwerk en de verschillende deelonderzoeken aan de orde komen in hoofdstukken 5 en 6. In hoofdstuk 7 worden de conclusies van het onderzoek gepresenteerd en besproken waarna een synthese van het onderzoek wordt gegeven. Tot slot wordt in hoofdstuk 8 de waardering van de vindplaats gegeven. De auteurs staan telkens bij de betreffende hoofdstukken vermeld.

⁹ Mondelinge mededeling W.J.H. Hogestijn.



2 Methoden en technieken veldwerk

Tijdens het IVO zijn in totaal vier proefsleuven aangelegd, 42 gutsboringen gezet en zijn drie Begemannboringen uitgevoerd (afb. 2 en 4). De ligging van deze sleuven en boringen was noordwest-zuidwest, parallel aan de Maatweg en de Meesweg.

2.1 Hoogwaardig booronderzoek

Gedurende het onderzoek op de locatie is veel aandacht besteed aan de landschappelijke context van de dekzandrug zelf, maar ook aan de relatie van de rug met zijn omgeving. Tijdens het veldwerk is dit op meerdere manieren gedaan, waarvan er één het zetten van handboringen en Begemannboringen buiten de zone van de proefsleuven was. Hiermee werd een beeld verkregen van de diepte van het pleistocene zand en de verdere bodemopbouw, die gekoppeld kon worden aan de gedocumenteerde profielen van de proefsleuven op de dekzandrug.

Handboringen

Langs de Maatweg in het westelijke deel van het plangebied zijn 42 verkennende gutsboringen met een diameter van 3 cm gezet (afb. 4). De boringen staan op 10 m van elkaar. Deze boorraai is op ongeveer 10 meter uit de zuidelijke perceelgrens langs de Maatweg en de Meesweg aangelegd. De boringen zijn tot in de top van het Oude Dekzand gezet, om de aanwezigheid van Allerød- of Bøllingbodems vast te kunnen stellen. Deze boringen zijn 7,5 – 9 m diep. De boorraai is in het verlengde van de werkputten in westelijke richting gezet. Er is daarbij gekozen voor een aangepaste opzet vergeleken met die beschreven in het PvE/PvA. In de zone tussen de boorraai en de putten zou namelijk niet worden geboord. Er is echter besloten om ook in dit tussenstuk boringen te zetten om zodoende de raai volledig te maken zodat deze beter zou aansluiten op de profielen van de proefsleuven. Hiermee kon de flank van de dekzandrug beter in kaart gebracht worden. De boringen zijn beschreven conform de Archeologische Standaard Boorbeschrijvings-methode (binnen de ASB wordt de lithologische beschrijving van de NEN5104 gebruikt). De lithostratigrafische interpretatie is gedaan volgens het systeem van TNO (Standaard Boor-Beschrijvingsmethode versie 5.1).

Begemannboringen

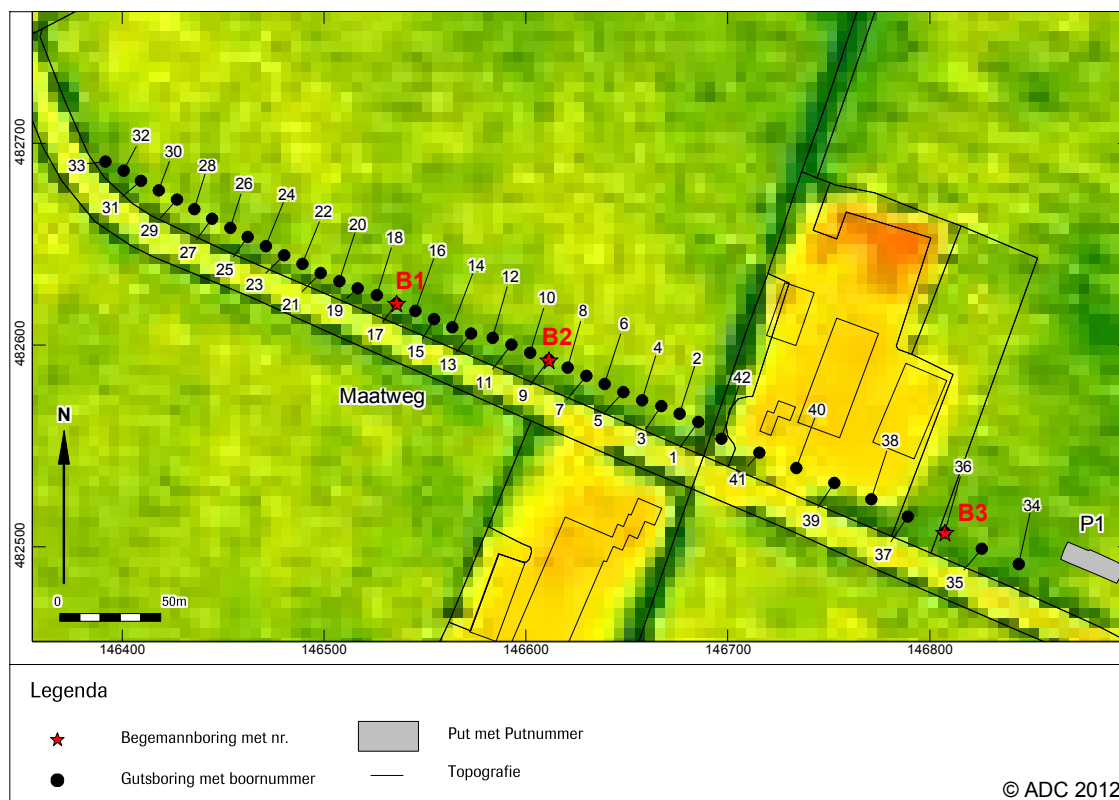
Na afloop van het handboorprogramma is door de fysisch geograaf een voorlopig profiel gemaakt van de resultaten van de boringen. Vervolgens is in overleg met het Bevoegd Gezag op basis van deze resultaten de locatie en diepte voor drie Begemann boringen bepaald.

De selectiecriteria voor de locatie van een Begemannboring waren:

- Een gelijkmatige verdeling over de flank van de dekzandrug.
- De top van het dekzand is in de handboringen intact.
- Op het dekzand ligt vastwortelend i.c. autochtoon veen.
- De overgang van het dekzand naar het bovenliggende veen is geleidelijk.

De boorkernen zijn opgeslagen in het laboratorium van Deltares waar ze verder gedocumenteerd en bemonsterd zijn door J. de Moor en M. Bouman.

Na analyse van de monsters uit de Begemannboringen bleek dat deze te weinig dateerbaar of ander bruikbaar macrobotanisch materiaal bevatten. Hierdoor is voor de dateringen de focus verschoven naar de monsters uit de profielen en segmenten. De boringen hebben echter een relevante bijdrage kunnen leveren aan de overige vraagstellingen.



Afb. 4. Overzicht Boringen op AHN.

2.2 IVO-Proefsleuvenonderzoek

Ter hoogte van de kruising van de Maatweg en de Meesweg zijn, parallel aan beide wegen, vier proefsleuven van 10 x 30 m aangelegd die zowel de top als de flanken van de noord-zuid georiënteerde dekzandrug bestrijken. De putten liggen 30 m uit elkaar en hebben een maximale diepte van 4,5 m – maaiveld. Vanwege de diepte van de putten is er voor gekozen de putten aan het maaiveld 15 meter breed te maken zodat deze getrapt aangelegd konden worden als een diepte groter dan 2 m onder maaiveld bereikt zou moeten worden. Dit voor de veiligheid van de mensen en ter voorkoming van het instorten van profielen.

De proefputten zijn in verschillende fasen (gebaseerd op financiële modules) opgegraven:

- Fase 1: Opstart en bronnering.
- Fase 2: Inventarisatie door middel van bulkboringen.
- Fase 3: Opgraven door middel van het zeven van vakken.
- Fase 4: Aanleg van het sporenvak
- Fase 5: Documentatie en bemonstering van de profielen.

Na iedere fase werden de resultaten geëvalueerd waarna de strategie opnieuw werd bepaald. Deze onderdelen zullen hieronder per fase besproken worden.

Fase 1: Opstart en bronnering

Vanwege de hoge grondwaterstand en de diepte van de putten was het nodig met bronbemaling te werken. Hiervoor werd een bemalingsplan opgesteld door de bemalingsfirma *Van Tongeren*. Dit plan is vervolgens door de gemeente goedgekeurd. Voordat de bronnering werd aangelegd, is eerst een hoofdmeetsysteem op het terrein aangebracht, waarna de vier proefputten zijn uitgezet. Hierdoor werd meteen de locatie van de aan te leggen bronnering bepaald. Het zand waarmee de bronnering sleuven gedicht zijn, is apart aangeleverd. De bronnering bestond uit een horizontale vacuümbemaling. Dit type bemaling bestaat uit gefreesde *drains* aan beide zijde van de op te graven put en op de kopse kanten tussen de putten in. De drains zijn tussen 5.50 m en 6.00 m onder maaiveld aangebracht en hoefden niet verwijderd te worden na afloop van het project aangezien ze van vergankelijk materiaal zijn gemaakt. Het voordeel van deze methode is dat de verstoring van het sporenvak door deze drains relatief klein is.



Tijdens het leggen van de *drains* is de gefreesde sleuf meteen opgevuld met zand ter voorkoming van instorting van de profielen. De *drains* zijn aangesloten op plunjerpompen. Hierbij was in eerste instantie uitgegaan van één pomp per put, echter in de eerste week bleek dat één pomp per twee putten voldoende was. De plunjerpompen voerden het water af naar een nabij gelegen sloot/watergang die langs de Maatweg en de Meesweg loopt. Een deel van het opgepompte water kon worden gebruikt om de zeefputten van water te voorzien. De pompen werden conform de eisen van het bevoegde gezag voorzien van geijkte watermeters die dagelijks werden afgelezen waarbij de standen zijn genoteerd.

Tijdens deze fase werd het terrein verder ingericht met keet, container, enz. Tevens werden twee zeefputten aangelegd (tussen putten 1 en 2 en tussen putten 3 en 4) om de afstand van de werkputten tot de zeefinstallatie zo klein mogelijk te houden. De zeefputten werden gevoed met het water van de bronnering en kregen een overloop naar de sloot die parallel aan de Maatweg en Meesweg loopt. De zeefinstallatie bestond uit vier "hondenhokken" per zeefput waar zeefkruiwagens in werden gezet.



5. Aanleg bronnering.

Fase 2: Inventariseren door middel van bulkboringen

In deze fase werd de mogelijke vindplaats geïnventariseerd op vuursteenclusters door middel van bulkboringen. Hiervoor werd eerst een eerste vlak aangelegd op 5 cm boven het pleistocene niveau. De Zuiderzeeklei en het veenpakket er boven werden machinaal in lagen verwijderd onder begeleiding van een archeoloog en de fysisch geograaf.

Het eerste vlak (van 10 x 30 m) is vervolgens ingedeeld in vakken van een 1 x 1 m. Hierbij kregen de 1 x 1 m vakken een standaard nummering die voor iedere put gelijk was (afb. 6). Het middelpunt van ieder vierde vak werd vervolgens tweemaal bemonsterd door middel van een Edelmanboor van 12 cm waarbij de boring tot in de C-horizont werd doorgezet. Deze vakken kregen ieder een uniek vondstnummer. De inhoud van de boringen werd niet per natuurlijke laag verzameld, maar per 1 x 1 m vak, vandaar de naam 'bulk boring'. Deze monsters zijn verzameld in bakken die vervolgens met een *dummy*¹⁰ naar de zeefinstallatie konden worden vervoerd. Hier werden de monsters door een zeef met een maaswijdte van 2x2 mm gezeefd en ter plekke gesplitst en ingevoerd in de hoofdcategorieën vuursteen, houtskool, natuursteen en overig residu. Het vuursteen werd meteen in het veld bekeken door vuursteenspecialist en senior veldtechnicus R. Machiels en stadsarcheoloog W.J.H. Hogestijn. De zeefresiduen werden regelmatig naar het ADC vervoerd om gedroogd te worden. De gedroogde en gesplitste vondsten werden daarna terug naar de opgraving gebracht. Op basis van de zo verkregen data konden per werkput verspreidingskaarten gemaakt worden om eventuele vondstconcentraties duidelijk zichtbaar te maken. Op basis van deze data werd beslist over het vervolg van het onderzoek.

¹⁰ Een *dummy* is een machinale "kruiwagen" op rupsbanden. Hoewel in snelheid zeer traag, is een *dummy* zeer schikt omdat deze weinig van het vlak verstoort door de rupsbanden en inzetbaar is in zwaardere terrein omstandigheden.



1m.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	
201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	
301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	
401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	
501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	
601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	
701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	
801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	
901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	

Afb. 6. Vakkenplan 1 x 1 m. Vakken in grijs zijn de bemonsterde vakken d.m.v. boringen.

Grondsporen in vlak 1 zouden alleen gecoupeerd en afgewerkt worden als ter plaatse in de boringen geen archeologische indicatoren waren aangetroffen. Op het eerste vlak zijn echter geen grondsporen aangetroffen.

Fase 3: Vervolg onderzoek; Zeven van vakken

Op basis van de resultaten van dit inventariserend onderzoek werd bepaald welke vakken moesten worden opgegraven om een concentratie of fenomeen beter te bekijken.

Voor het vervolgonderzoek werden de 1x1 m vakken in vier segmenten van 50 x 50 cm opgedeeld. Hiervoor werd een standaard segmentnummering van 1 t/m 4 per 1 x 1 m vak gebruikt (afb. 7). Verticaal werd elk segment in lagen van 5 cm verdeeld die elk een apart vlaknummer kregen. Van de dikte van 5 cm zou alleen worden afgeweken als een andere stratigrafische laag zichtbaar werd. Dan werd de stratigrafische laag apart bemonsterd binnen de 5 cm. Iedere eenheid van 50 x 50 x 5 cm kreeg een eigen vondstnummer. Voor de vlaknummering zijn 9000-nummers gebruikt om duidelijk het verschil aan te geven met het gebruikte start vlak 1, het later aan te leggen sporenvlak 2 en met de spoornummers van de grondsporen (s1-100). De verschillende stratigrafische lagen die door de fysisch geograaf waren opgesteld aan de hand van de profielen kregen een laagnummer van 1000 – 5400 (tabel 2). Om stagnatie te voorkomen werd per twee putten een beslissing genomen, zodat het veldwerk aaneengesloten door kon gaan.

1	2	1	2
1	4	3	2
3	4	3	4
1	2	1	2
101	4	102	4
3	4	3	4

Afb. 7. Segmentindeling nummering.

Grondsporen die eventueel werden aangetroffen tijdens de aanleg van deze zeefeenheden werden niet gecoupeerd, maar de spoorvulling kreeg een eigen vondstnummer en werd apart gezeefd. De locatie van het grondspoor in het betreffende vlak zou worden ingemeten. De grondsporen werden echter door bodemvorming (podzolering) pas op het uiteindelijke sporenvlak (C-horizont) zichtbaar.

Tabel 2. Overzicht algemene laagnummering met omschrijving.

Laagnr.	Spoor type	Omschrijving
1000	LG	Bouwvoor.
2000	LG	Marine Klei pakket, Zuiderzee afzettingen.
3000	LG	Gyttja, Flevomeer afzettingen.
4000	LG	Veen / Detritus / Gyttja (Basis veen).
5000	LG	Pleistocene afzettingen.
5100	LG	A-Horizont
5200	LG	E-Horizont
5250	LG	EB-Horizont
5300	LG	B-Horizont
5350	LG	BC-Horizont
5400	LG	C-Horizont



Fase 4: Verdiepen naar het sporenvlak

Nadat het zeefprogramma van Fase 3 was afgerond is machinaal schavend verdiept tot een leesbaar sporenvlak in alle putten. Bij de aanleg van dit vlak 2 is gelet op de al aangetroffen grondsporen en op de aanwezigheid van nieuwe grondsporen. De sporen zijn met behulp van de rTS¹¹ in RD¹² getekend; losse vondsten zijn als puntvondst ingemeten en verzameld. Alle sporen in vlak 2 zijn gecoupeerd, op een schaal van 1:20 getekend, gedocumenteerd en afgewerkt. De vullingen van de spaarzame antropogene sporen zijn gezeefd door een zeef met een maaswijdte van 2 x 2 mm en/of bemonsterd voor houtskool (mits voldoende houtskool zichtbaar aanwezig was).



Afb. 8. Aanleg vlak 2; Sporenvlak.

Fase 5: Profielen en bemonstering (fysische geografie)

Van iedere put zijn profielen van één lange zijde en één korte zijde gedocumenteerd. In putten 1 en 2 zijn volledige lengteprofielen gedocumenteerd (in put 1 het zuid- en westprofiel, in put 2 het zuid- en oostprofiel). In putten 3 en 4 is het profiel door middel van profielkolommen bekeken en gedocumenteerd (put 3 in het zuid- en westprofiel en in put 4 het zuid- en oostprofiel). In put 1 is aan het eind van het project een diep profielgat gegraven om het oude dekzand op te zoeken aangezien dit niet zichtbaar was in de boringen. De profielen zijn analoog op schaal 1:20 getekend en volledig gefotografeerd.

In samenspraak met de fysisch geograaf en het Bevoegd Gezag zijn de beste monsterlocaties uitgezocht voor micromorfologisch, paleo-ecologisch en daterend onderzoek. In totaal zijn door middel van pollenbakken uit de verschillende profielen monsters genomen.

In put 1 zijn vier monsters uit het zuidprofiel genomen, in put 3 twee uit het westprofiel, in put 2 één uit het zuidprofiel en in put 4 drie stuks uit het oostprofiel. Na overleg en de eindevaluatie is een selectie gemaakt uit de monsters voor de verschillende onderzoeken.

Om meer inzicht te krijgen in het natuurlijke houtskool is in put 2 een kolom bestaande uit segmenten van 25 x 25 x 5 cm, vanaf het maaiveld tot in de C-horizont stratigrafisch verzameld en op het ADC over een maaswijdte van 1 x 1 mm met schoon water en lage druk gezeefd. Dit houtskool is verder onderzocht door L. Kooistra van BIAX Consult.

Naast de profielen is van twee vakken in put 2 één segment in reserve genomen als monster (put 2 vak 519 en 829, beide segment 1). Nadat de 25 x 25 x 5 cm segmenten niet uit iedere laag voldoende houtskool opleverden is alsnog segment 1 van vak 519 gezeefd op een zelfde wijze (vak 829 kwam hiervoor niet in aanmerking aangezien aan de onderkant van dit vak een mogelijk antropogeen grondspoor zichtbaar werd wat de resultaten zou kunnen beïnvloeden). Ook dit houtskool is door BIAX Consult bekeken.

¹¹ Robotic Total Station.

¹² Rijksdriehoeksmeting; het Nederlands coördinaten systeem.



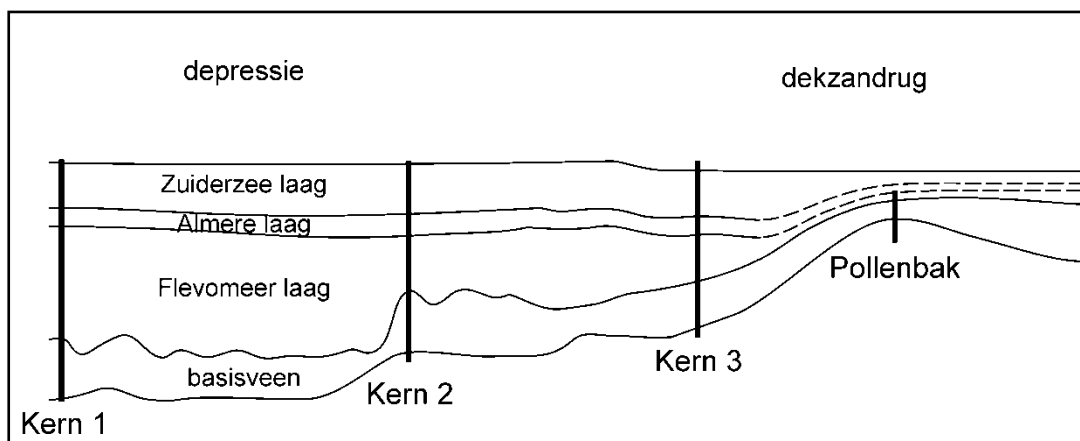
3 Methoden en technieken specialistische analyses

In de onderstaande paragrafen worden de methoden en technieken besproken van de verschillende specialistische onderzoeken die tijdens de uitwerking zijn uitgevoerd. Fysische geografie maakt hier geen deel van uit, aangezien dit een overkoepelend onderzoek betreft, dat gebruik maakt van de resultaten van de hier volgende disciplines.

3.1 Pollen

J.A.A. Bos en F. Verbruggen

Tijdens het proefsleuvenonderzoek zijn op vier locaties monsters verzameld voor palynologisch onderzoek (afb. 9). Op de dekzandrug in put 4 is een pollenbak geslagen in de podzolbodem en het bovenliggende veen. Hieruit zijn vijf pollenmonsters genomen (AO-515-81, 51, 49, 40, 30 cm) (tabel 7 paragraaf 6.2.2). Op de flank van de dekzandrug en in de depressie zijn monsters genomen uit de drie Begemannboringen (afb. 9). De Begemannboringen (kernnummers 1, 2 en 3) zijn op verschillende afstand van de dekzandrug genomen, waarbij boring 3 het dichtst bij de dekzandrug gelegen is en boring 1 het meest ver van de dekzandrug af. In boring 1 zijn drie monsters genomen (AO-K1-384, 379 en 374 cm), in boring 2 zeven monsters (AO-K2-325, 318, 308, 296, 280, 260, 240 cm) en in boring 3 drie monsters (AO-K3-278, 267, 262 cm) (tabel 7 paragraaf 6.2.2).



Afb. 9. Schematische weergave van het transect van de dekzandrug naar de aangrenzende depressie en de locatie van de onderzochte drie boorkernen en pollenbak (J.A.A. Bos).

Opwerking

Uit de pollenbak en de drie Begemannboringen zijn, afhankelijk van het type sediment, monsters van 1-3 cm³ genomen. De pollenmonsters zijn volgens de standaardmethoden van Fægri & Iversen door het Laboratorium Sedimentanalyse op de Vrije Universiteit opgewerkt.¹³

Van de monsters zijn preparaten gemaakt in glycerine, wat een vloeibaar medium is, waardoor het mogelijk blijft om de pollenkorrels tijdens de analyse te draaien en een betere determinatie mogelijk is. Aan elk monster is een marker toegevoegd. Deze marker is een exotische spore (Lycopodium) van welke verwacht wordt dat deze in het materiaal van nature niet voorkomt. Aangezien exact bekend is hoeveel sporen aan het monster toegevoegd worden, kan met behulp van deze marker een indicatie van de pollenconcentratie verkregen worden.¹⁴

Pollenanalyse

Voor de waardering en analyse van het pollen in de monsters is een Zeiss microscoop met een vergroting van 400-1000x gebruikt. Pollenkorrels zijn gedetermineerd met behulp van verschillende standaard determinatiehandboeken.¹⁵ De naamgeving van de plantensoorten in de pollendiagrammen en tabellen is op deze handboeken gebaseerd.

¹³ Faegri & Iversen 1989.

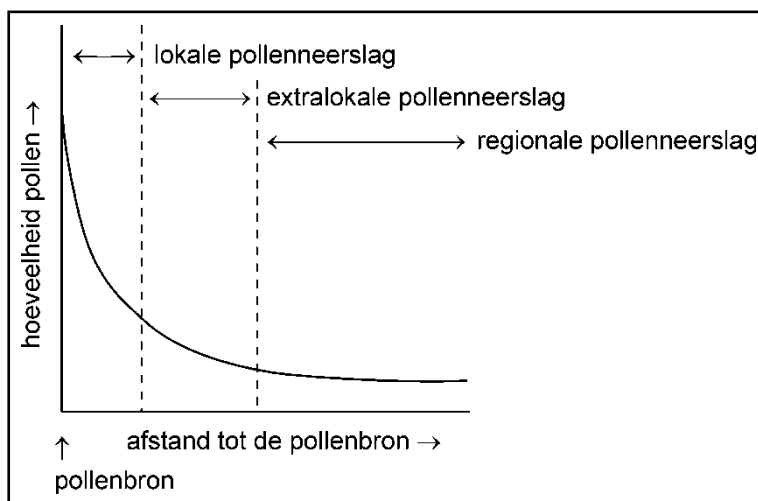
¹⁴ Hoge percentages in de monsters van deze marker geven aan dat de pollenconcentratie laag is.

¹⁵ Moore *et al.* 1991; Beug 2004; Punt 1976,1980, 1981, 1984, 1988, 1991, 1995, 2003.



Er is een pollensom van ongeveer 300 aangehouden waarin bomen, struiken en droge kruiden zijn opgenomen (= regionale vegetatie, *sensu* Janssen), deze wordt op 100% gesteld.¹⁶ Planten van natte milieus zoals moeras- en open watervegetatie, maar ook grassen en zeggensoorten zijn niet opgenomen in de pollensom, omdat deze hoogstwaarschijnlijk tot de lokale, natte vegetatie behoord hebben en dus vaak oververtegenwoordigd zijn in de pollenmonsters (= lokale vegetatie, *sensu* Janssen).¹⁷

Van de onderzochte locaties zijn relatieve percentage diagrammen opgesteld waarin bovengenoemde ecologische groepen worden onderscheiden. De pollendiagrammen (afb. 22 t/m 26) zijn gemaakt met behulp van de computerprogramma's TILIA en TG-VIEW.¹⁸ De pollentypes zijn in verschillende ecologische groepen ingedeeld, die met verschillende kleuren zijn aangegeven. Deze groepen bevatten bomen, struiken (en ondergroei) (donkergroen), droge kruiden (geel), heidevegetatie (paars), lokale oevervegetatie en natte struwelen (lichtgroen) en waterplanten (blauw). Tenslotte zijn mestschimmels in bruin weergegeven. De gekleurde blokken geven het relatieve percentage aan. Daarnaast is met een zwarte lijn een overdrijving van 5% weergegeven zodat ook soorten met een lager percentage in het pollendiagram beter zichtbaar zijn. In het hoofddiagram wordt het bedekkingspercentage weergegeven van de verschillende planten (bomen, struiken en kruiden) die in de regio gegroeid hebben (=regionale vegetatie *sensu* Janssen).



Afb. 10. Geïdealiseerde curve van de pollenneerslag bij toenemende afstand tot de bron van verspreiding (bron: Janssen 1974).

3.2 Houtskool

L.I. Kooistra

Voor de inventarisatiefase zijn achttien monsters afkomstig van de dekzandrug (put 2) voor onderzoek aangeboden. Elf daarvan zijn uit een zogenoemde segmentkolom (van 25 x 25 cm) uit het zuidprofiel van put 2. In de kolom waren de verschillende holocene pakketten aanwezig, alsmede bodemhorizonten uit de podzolbodem in het pleistocene dekzand. Deze kolom had de voorkeur omdat in de buurt geen antropogene sporen zijn aangetroffen. De in de holocene lagen aanwezige houtskool maakte daarom waarschijnlijk vanaf de vorming deel uit van de betreffende laag. Datzelfde geldt waarschijnlijk voor de houtskool van de verschillende diepten in het pleistocene dekzand. De zeven overige monsters zijn afkomstig van een andere locatie van de dekzandrug uit put 2 en zijn door middel van schaven en zeven (1 mm, zachte straal) van lagen uit segmenten (van 50 x 50 cm) uit vak 519 genomen.

Naast de genoemde achttien monsters uit put 2 zijn in de analysefase de A-horizonten uit de drie Begemannboringen onderzocht. Voor een overzicht van de administratieve gegevens wordt naar tabel 3 verwezen. De monsters zijn gezeefd op zeven met een maaswijdte van 1 x 1 mm.

De inventarisatie bestond uit het vaststellen van de aard en hoeveelheid van het verkoolde materiaal. Daarbij is tevens verkoold materiaal geselecteerd voor ¹⁴C-onderzoek.

¹⁶ Janssen 1973, 1981, 1984.

¹⁷ Janssen 1973, 1981, 1984.

¹⁸ Grimm 1992, 2004.



In de analysefase zijn zoveel mogelijk verkoolde resten geïdentificeerd, in principe tot een maximum van 100 resten per monster. Daarbij zijn de verkoolde resten op naam gebracht en is van de houtige gewassen getracht om het onderdeel van de boom of struik (stam, tak, twijg, knoest, schors, wortel) te achterhalen. Ook is naar de aantasting van de verkoolde stukjes gekeken. Hier wordt in hoofdstuk 6.3 verder op in gegaan.

Het onderzoek is uitgevoerd met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 40 maal en een opvallend-lichtmicroscop met donkerveldverlichting en vergrotingen tot 400 maal. Voor het determineren van houtskool zijn de vergelijkingscollectie hout van BIAXConsult en de geëigende determinatieliteratuur gebruikt.¹⁹

Tabel 3. Administratieve gegevens houtskoolmonsters. De grijs gemarkeerde monsters zijn geanalyseerd.

Vondstnr.	Put	Vak	Vlak	Spoor	Laagtype
442	2	519	1	4300	basisveen
445	2	519	9001	5200	dekzand, E-horizont
446	2	519	9002	5200	dekzand, E-horizont
449	2	519	9003	5300	dekzand, B-horizont
450	2	519	9004	5300	dekzand, B-horizont
453	2	519	9005	5350	dekzand, BC-horizont
454	2	519	9006	5400	dekzand, C-horizont
487	2	25x25 kolom	102	2000	zuiderzee-afzettingen
491	2	25x25 kolom	102	3000	flevomeer-afzettingen
493	2	25x25 kolom	102	4001	basisveen
494	2	25x25 kolom	102	4001	basisveen
495	2	25x25 kolom	102	4001	basisveen
496	2	25x25 kolom	102	5100	dekzand, A-horizont
497	2	25x25 kolom	102	5200	dekzand, E-horizont
498	2	25x25 kolom	102	5300	dekzand, B-horizont
500	2	25x25 kolom	102	5300	dekzand, B-horizont
511	2	25x25 kolom	102	5400	dekzand, C-horizont
513	2	25x25 kolom	102	5400	dekzand, C-horizont
boring 3	267-270	cm -mv	.	5100	dekzand, A-horizont
boring 2	317-320	cm -mv	.	5100	dekzand, A-horizont
boring 1	385-388	cm -mv	.	5100	dekzand, A-horizont

3.3 Micromorfologie

K. van Kappel en R. Exaltus

De pollenbakken 527 en 528 zijn afkomstig uit het profiel van put 1 en hebben beiden een hoogte van 50 cm en een breedte van 10cm. Uit bak 528 zijn boven elkaar drie monsters genomen van elk 15 cm hoogte en drie cm breedte. Op deze manier is het traject tussen 3 en 48 cm beneden de top van de pollenbak bemonsterd. Uit bak 527 zijn horizontaal naast elkaar drie monsters genomen van elk 15 cm breedte en 3 cm hoogte. De monsters zijn per drie tot één slijpplaat verwerkt. Hiertoe zijn de monsters klimaatgedroogd en daarna geïmpregneerd met een kleurloze onverzadigde polyesteroplossing. Na verdamping van het grootste gedeelte van de aceton uit deze oplossing zijn de monsters verhard. De slijpplaat van 15 x 9 cm met een dikte van 25 µm is gemaakt uit de kern van het verharde blok, om verstoringen zoveel mogelijk uit te sluiten. De preparatiemethode is beschreven in Jongerius & Heintzberger.²⁰ De slijpplaten zijn geanalyseerd met een polarisatie lichtmicroscop met vergrotingen tot 250 maal. Bij de analyse is gebruik gemaakt van de hiervoor gangbare handboeken.²¹

¹⁹ Schweingruber 1982.

²⁰ Jongerius & Heintzberger 1975.

²¹ Bullock *et al.* 1985; Courty *et al.* 1989.



3.4 Dateringen

Een AMS datering van macroresten uit de Begemannkernen bleek helaas niet mogelijk doordat onvoldoende dateerbaar materiaal (macroresten) aanwezig was. Dit kon echter opgevangen worden doordat aan de hand van de zeespiegelcurve een vrij goede reconstructie gemaakt kan worden van de verdrinking van het gebied. Daarnaast zijn in de nabije omgeving van het terrein in het kader van het archeologische onderzoek van de Stichtse Kant al veel dateringen uitgevoerd die bruikbaar zijn voor dit onderzoek. Daarnaast was het mogelijk uit het pollenonderzoek een globale datering krijgen. Dit onderzoek kond aangevuld worden met dateringen van het houtskool uit het houtskoolonderzoek.

De fysisch geograaf en de houtskoolspecialist hebben gezamenlijk elf houtskoolmonsters uitgekozen uit de waarderingsfase van het houtskoolonderzoek voor ¹⁴C-dateringen die bruikbaar zouden zijn voor alle onderzoeken (tabel 4).

Tabel 4. Geselecteerde houtskoolmonsters voor ¹⁴C-dateringen.

Vondstnr.	Subnr.	Put	Vak	Vlak	Spoor	Bodemhorizont	¹⁴ C-materiaal	Soort
442	1	2	519	1	4300	Basis veen	hk, stam	Betula
	2						hk, stam	Pinus
	3						wortel (o)	Indet.
	4						wortel (v)	Indet.
	5						kegelschub (v)	Pinus
445	1	2	519	9001	5200	dekzand E-horizont	hk, stam	Pinus
446	1	2	519	9002	5200	dekzand E-horizont	hk, indet.	Pinus (3x)
	2						hk, indet.	Alnus
	3						wortel, ø 3 mm (v)	Indet.
449	1	2	519	9003	5300	dekzand B-horizont	hk, indet.	Pinus (4x)
450	1	2	519	9004	5300	dekzand B-horizont	hk, indet.	Pinus
453	1	2	519	9005	5350	dekzand BC-horizont	hk, indet.	Pinus
454	1	2	519	9006	5400	dekzand C-horizont	hk, indet.	Pinus
487	1	2	25x25kolom	102	2000	Zuiderzee afzettingen	hk, indet.	Betula cf. nana
491	1	2	25x25kolom	102	3000	Flevomeer afzettingen	hk & stengel	Loofhout & indet.
493	1	2	25x25kolom	102	4001	basisveen	hk, indet.	Salix
494	1	2	25x25kolom	102	4001	basisveen	hk, indet.	Betula
495	1	2	25x25kolom	102	4001	basisveen	hk, indet.	Salix
	2						stengel	Indet.
496	1	2	25x25kolom	102	5100	dekzand A-horizont	wortel, ø 3 mm (v)	Indet. (4x)
497	1	2	25x25kolom	102	5200	dekzand E-horizont	verglaasd	Indet.
498	1	2	25x25kolom	102	5300	dekzand B-horizont	hk & verglaasd	Pinus & Indet.
500	1	2	25x25kolom	102	5300	dekzand B-horizont	hk, indet.	Pinus (4x)
	2						kegelschub (v)	Pinus (4x)
511	1	2	25x25kolom	102	5400	dekzand C-horizont	hk, indet.	Pinus (3x)
513	1	2	25x25kolom	102	5400	dekzand C-horizont	hk, indet.	Naaldhout (5x)

Donkergrijs: Fysische Geografie, Licht Grijs: Houtskool onderzoek.

Deze geselecteerde monsters zijn door het Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung van de Christian-Albrechts Universiteit in Kiel gedateerd. Calibratie van de dateringen is gedaan met het programma CALIB rev 5.01, gebruik makend van de dataset IntCal04.



4 De landschappelijke ontwikkelingen van Zuidelijk Flevoland

J.J.W. de Moor

De laatpleistocene en holocene geo- en landschapsgenese van Zuidelijk-Flevoland is in grote lijnen duidelijk geworden door de vele onderzoeken die er inmiddels in de Flevopolder zijn uitgevoerd.²²

Onderstaand overzicht van de landschappelijke ontwikkeling van Flevoland is dan ook grotendeels op deze onderzoeken gebaseerd.

Flevoland is onderdeel van een groot dalingsgebied dat deel uitmaakt van het Noordzeebekken. Gedurende het Kwartair is in dit gebied een dik pakket sedimenten afgezet. Het Kwartair kenmerkt zich door de grote variabiliteit in het klimaat, diverse warme en koude perioden wisselden elkaar af. De laatste koude periode, het Weichselien, kenmerkt zich door de aanwezigheid van een zeer open, kaal landschap waar de wind vrij spel had. Ten noorden en ten oosten van het onderzoeksgebied (het oude land) stroomden vlechtende rivieren. Mogelijk hebben ook in het onderzoeksgebied vlechtende rivieren een rol gespeeld. Gedurende de koudste fasen van het Weichselien vond er onder invloed van periglaciale processen nogal wat verspoeling van sedimenten plaats; hierbij zijn de zogenaamde fluvio-periglaciale afzettingen gevormd. Dit zijn gelaagde siltige en fijn- tot grofzandige sedimenten. Daarnaast zijn er gedurende deze periode op grote schaal door de wind de zogenaamde dekzanden afgezet. Dekzanden zijn fijne zanden die goed gesorteerd zijn. De afzetting van dekzand resulteerde in een golvend landschap met dekzandruggen (die veelal oost-west georiënteerd zijn) en dekzandvlaktes en laagtes. De absolute hoogteligging van de pleistocene sedimenten varieert sterk. In het westen liggen ze vrij diep, terwijl het pleistocene oppervlak in het uiterste oosten van Flevoland bijna aan de oppervlakte komt. De top van het pleistocene dekzand is een belangrijk archeologisch niveau, omdat dit oppervlak gedurende een lange tijd in het Holoceen ongestoord aan het oppervlak heeft gelegen en daarom zeer geschikt was voor bewoning.²³

Aan de koude omstandigheden kwam rond 10.000 jaar geleden een einde en het klimaat warmde op; dit markeert het begin van het Holoceen. Het gebied raakte begroeid en onder invloed van neerslag en vegetatie trad bodemvorming op in de bovenkant van de pleistocene afzettingen. Door de opwarming van het klimaat begonnen de grote ijskappen van de laatste ijstijd langzamerhand af te smelten. Dit had tot gevolg dat wereldwijd de zeespiegel begon te stijgen. In onze omgeving hield dat onder andere in dat de kustlijn van de Noordzee het huidige Nederlandse vasteland bereikte. De eerste vernatting is vermoedelijk kort na 6000 v. Chr. (het begin van het Midden-Atlanticum) opgetreden in het noordwesten en westen van Flevoland. Onder invloed van de zeespiegelstijging ontwikkelde zich een veenlaag op de zandige ondergrond, het zogenaamde Basisveen. Door de snelle stijging van de zeespiegel schoof de zone van veengroei snel landinwaarts en werden ook de hoger gelegen delen van het vroegere landoppervlak met veen bedekt. Voor het einde van het Atlanticum (voor 3800 v. Chr.) zijn waarschijnlijk ook de hogere delen van het landschap met veen bedekt.²⁴ Uiteindelijk ontstond er een laag Basisveen die het reliëf van het voormalig landoppervlak volgt, waarbij de oudste veengroei op de dieper gelegen gebieden plaatsvond en de hoger gelegen delen het laatst met veen begroeid raakten.

De omstandigheden voor veengroei in de kustzone waren zeer gunstig. De snelle zeespiegelstijging resulteerde in een natte zone met slechte afwatering. Grondwater kwam hier door kwel aan het maaiveld en dit zorgde ervoor dat de oppervlakte afstroming sterk werd belemmerd. De groei van het veen gebeurde dus feitelijk niet rechtstreeks onder invloed van de stijgende zeespiegel, maar eerder indirect door de slechte afwatering in de kustzone. Nabij de kust vormde het veen zich op gemiddeld zeeniveau en als er invloed van getijden was, vormde het veen zich op gemiddeld hoogwaterniveau. De veenvorming stopte uiteindelijk doordat brak water uit het kustgebied het veenmoeras overspoelde en afdekte met zandige of kleiige sedimenten. De Eem stroomde juist ten noorden van het onderzoeksgebied,²⁵ maar hiervan is geen invloed in de boringen en profielen te merken.

Kort nadat in het uiterste westen van het gebied de eerste veenvorming heeft plaatsgevonden (in het Midden-Atlanticum), nam de mariene invloed sterk toe en werden de eerste kleien afgezet. De toenemende mariene invloed resulteerde uiteindelijk in een getijdeland met kreken, oeverwallen en komgebieden. Vooral in de kommen vond ook weer veenvorming plaats. Dit zijn de voormalige oude getijdeafzettingen (afzettingen van Calais) die tegenwoordig het Laagpakket van Wormer worden genoemd

²² o.a. Menke *et al.* 1998, Menke *et al.* 2003, Spek *et al.* 2001, Peeters 2007.

²³ Vos 2003.

²⁴ Ente *et al.*, 1986.

²⁵ Menke *et al.* 1998, Menke *et al.* 2003.



en tot de Formatie van Naaldwijk behoren. De zone van getijdeafzettingen schoof langzaam op in oostelijke richting, waarbij de begrenzing net ten noorden van de onderzoekslocatie ligt.²⁶ De sedimenten van de getijdeafzettingen zijn vanuit het zeegat van Bergen (Noord-Holland) aangevoerd. De vorming van de getijdeafzettingen stopt rond 3300 v. Chr.²⁷ Vooral de kreken en oeverwallen van dit getijdesysteem vormen een belangrijk archeologisch niveau, de bewoningssporen van de Swifterbant cultuur zijn hierop aangetroffen.

Door continue opslibbing en door een sterke afname van de snelheid van zeespiegelstijging sloot het zeegat van Bergen (rond 1250 v. Chr.²⁸). Hierdoor verdween uiteindelijk het getijdemilieu. Door de slechte afwatering die ontstond na het sluiten van het zeegat van Bergen, vormde zich vooral op de iets hogere delen opnieuw veen. Dit is het Hollandveen (Formatie van Nieuwkoop). De afwatering was dermate slecht (zowel aanvoer van zoetwater vanuit het achterland alsmede geen afvoermogelijkheden naar zee) dat hierdoor uiteindelijk een groot stelsel van meren in het veencomplex is ontstaan. Dit merencomplex wordt het Flevomeer genoemd. Op de bodem van deze meren sedimenteerde in een zeer rustig milieu fijne detritus of detritus-gyttja. Rond de jaartelling waren de zeegaten van Bergen en het Oer-IJ volledig afgesloten. Door de uitbreiding van de meren en door erosie van het veen tijdens stormen, bleef er op grote schaal de fijne detritus-gyttja gevormd worden.

Vanaf de Midden IJzertijd kregen de Flevomeren via de Waddenzee contact met de Noordzee (opening van de Vliestroom) en ontstond er een zoet- tot brak watermilieu met beperkte getijdewerking.²⁹ Er werden lagunaire afzettingen gevormd, vooral bestaande uit horizontaal gelaagde klei en zandlaagjes, met plaatselijk detritus. Rond 1250 na Chr. nam door een grotere opening naar de Waddenzee de mariene invloed sterk toe. In een getijdelaagune (brak tot zout) werden wederom klei en plaatselijk fijne zanden afgezet. Sedimentatie van deze Zuiderzee-afzettingen ging door tot 1932 toen de Zuiderzee door de Afsluitdijk van de Waddenzee werd afgesloten en het IJsselmeer ontstond.

Zeespiegelreconstructies

De vorming van het Basisveen is sterk gerelateerd aan de stijging van de zeespiegel. Hierdoor kunnen we het Basisveen uitstekend gebruiken als een zogenaamde geologische zeespiegelpeilschaal.³⁰ Door de ouderdom van het veen te bepalen (meer specifiek de onderkant van het Basisveen), bepalen we in principe de stand van de grondwaterspiegel op het moment dat het veen werd gevormd en daarmee het begin van de vernatting. Uitgangspunt is hierbij dat de stand van het grondwater direct gekoppeld is aan de zeespiegelstand. Door uiteindelijk de dateringen van het veen van verschillende dieptes uit te zetten in een grafiek, ontstaat een zogenaamde zeespiegelcurve. Deze geeft dus een beeld van de gemiddelde stijging van het gemiddelde zeeniveau in de loop van de tijd (zie afb. 11). Een dergelijke manier om de stijging van de zeespiegel te reconstrueren is in 1961 voor het eerst in Nederland door Jelgersma toegepast. In de loop van de tijd is dit onderzoek uitgebreid en vooral verfijnd. Met name de betrouwbaarheid van monsternamen (de juiste diepteregistratie) en het gebruik van AMS/¹⁴C-dateringen hebben de zeespiegelcurves nauwkeuriger gemaakt. Er bestaan inmiddels zeespiegelcurves voor Midden-Nederland,³¹ West-Nederland³² en het rivierengebied.³³ Voor Midden- Nederland is daarbij vooral gebruik gemaakt van Basisveenmonsters op het dekzand en voor West-Nederland vooral van Basisveenmonsters op rivierduinen (donken). Ook in dit onderzoek worden Basisveenmonsters gebruikt om de verdrinking van het dekzandlandschap te reconstrueren.

Naast het belang van kennis van zeespiegelveranderingen voor de bescherming van de Nederlandse kust, is kennis van holocene zeespiegelveranderingen ook van belang voor het in kaart brengen en beschermen van archeologisch en cultureel erfgoed.³⁴ Door het bepalen van de verdrinking van het dekzandlandschap krijgen we ook inzicht in de mate van bewoonbaarheid van het dekzandlandschap en dan met name tot wanneer en waar bewoning mogelijk is geweest.

²⁶ Menke et al. 1998.

²⁷ Ente et al. 1986.

²⁸ De Mulder et al. 2003.

²⁹ Vos 2003.

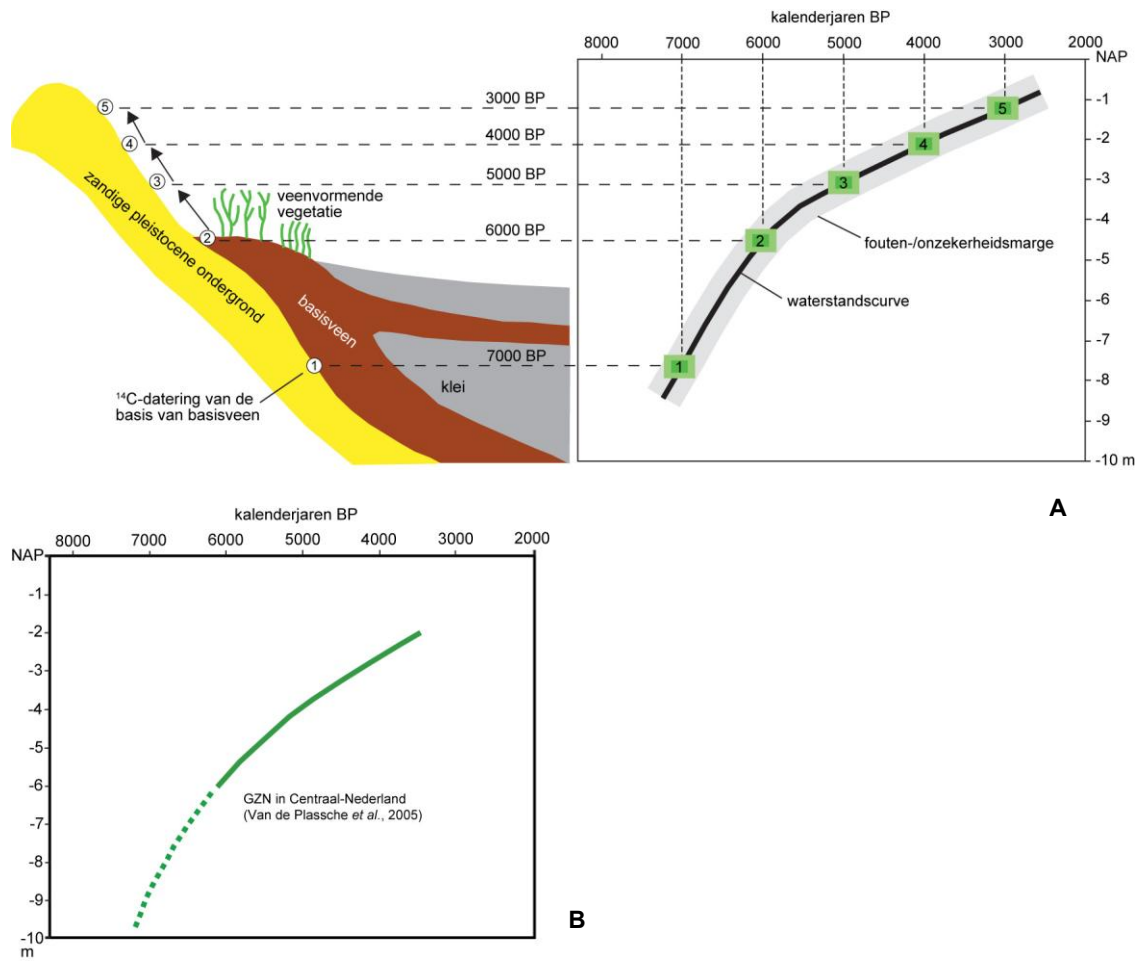
³⁰ cf. Kiden et al. 2008.

³¹ o.a. Van de Plassche 1982, 2005, Roeleveld & Gotjé 1993, Makaske et al. 2003.

³² o.a. Jelgersma 1961, Van de Plassche 1982, Berendsen et al. 2007.

³³ Van Dijk et al. 1991.

³⁴ Peeters et al. 2002.



Afb. 11. De constructie van een zeewaterstandscurve aan de hand van basisveendateringen. Door de ouderdom uit te zetten tegen de diepteligging van het monster kan de ontwikkeling van het zeewaterniveau worden gereconstrueerd (A); uiteindelijk is met behulp van deze methode de stijging van de zeespiegel voor o.a. West-Nederland gereconstrueerd (B) (naar Kiden et al. 2008).



5 Resultaten veldwerk

5.1 Verspreidingen van archeologische indicatoren per fase

Fase 2: Inventariseren door middel van bulkboringen

De gezeefde boringen uit deze fase leverden buiten houtskool en kleine natuurlijke kiezeltjes geen bewerkt vuursteen op. In put 3 werden in twee boringen ieder één klein fragmentje vuursteen aangetroffen (boring 111, V180 en boring 315, V189) evenals in put 4 uit één boring, één fragmentje (boring 107, V241). In alle gevallen ging het om natuurlijke vuursteen fragmenten (afb. 14 & 15). Hierdoor kon eigenlijk alleen op het aangetroffen houtskool worden afgegaan als indicatie voor potentiële vondst- of sporenconcentraties. De horizontale verspreidingskaarten werden per put gemaakt op basis van aan of afwezigheid van houtskool in relatie tot de hoogte van de dekzandrug. Van mogelijk interessante “concentraties” werd het houtskool op basis van hoeveelheid op het oog met elkaar vergeleken. Aangezien de monsters uit de boringen bulk monsters waren was een verticale spreiding per bodemhorizont van het houtskool niet mogelijk.

In put 1 deels gelegen op de top en deels op de relatief steile westflank van de dekzandrug kon één “concentratie” van houtskool worden waargenomen (afb. 12). In put 2 was houtskool verspreid over de hele put aanwezig (afb. 13) en put 3 en 4 bevatten relatief weinig boringen met houtskool in slechts kleine hoeveelheden.

Op basis van de resultaten van de boringen werd door selectie in samenspraak met het Bevoegd Gezag fase 3 bepaald waarbij bepaalde concentraties in vakken van 50 x 50 cm zouden worden opgegraven.

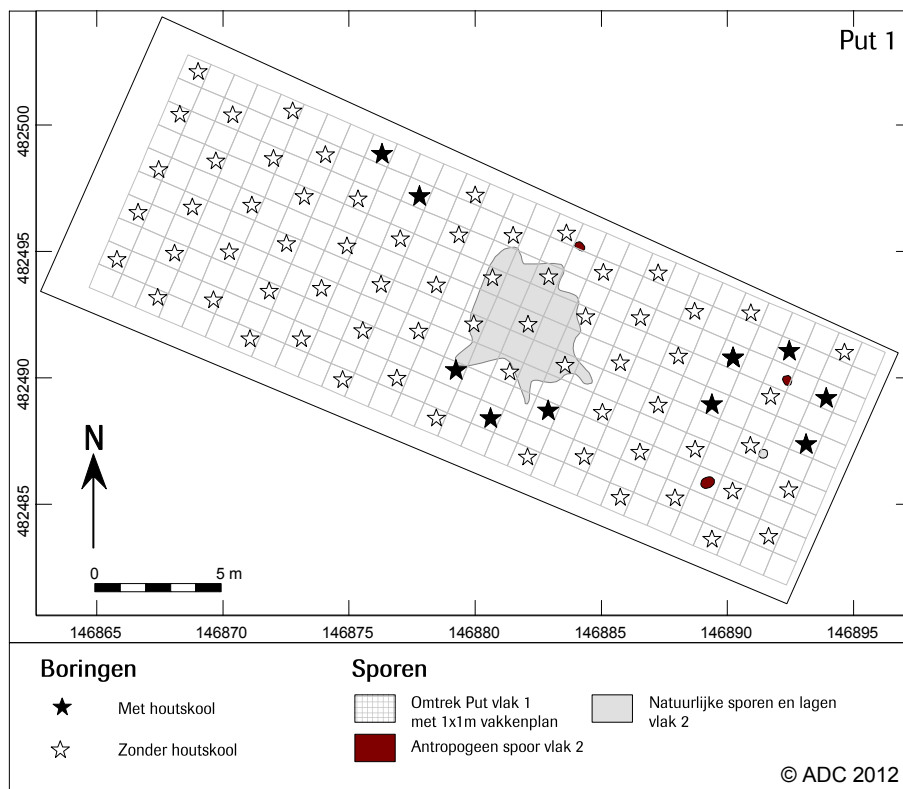
Fase 3: Vervolg onderzoek, Zeven van vakken

In put 1 werd er voor gekozen om de houtskoolconcentratie te inventariseren door 17 segmenten van 50 x 50 cm in een kruispatroon over de concentratie (bestaande uit de vakken 127, 255, 226, 227, 228, 229, 327 en 427) te leggen en deze in lagen van 5 cm stratigrafisch op te graven (afb. 16). Doordat in put 2 geen duidelijke concentraties te onderscheiden waren, werden hier twee proefvakken van 1 x 1 m uitgezocht om in segmenten op te graven. Dit waren de vakken 519 en 829 waar veel houtskool uit de boringen kwam en die niet in natuurlijk verstoorde delen lagen (afb.17). De boringen van putten 3 en 4 bevatten dermate weinig houtskool dat hier geen proefvakken zijn uitgezocht. Daarnaast lagen deze twee laatste putten duidelijk lager op de oostflank van de dekzandrug en in put 4 leek het houtskool gerelateerd te zijn aan verstoringen die te maken hebben met verspoeling van de veenafdekking (het veen was over onregelmatige delen weggeslagen en opgevuld door wit uitgeloozd zand en juist de boringen uit deze delen bevatten het meeste houtskool). Voor deze twee putten werd besloten meteen het tweede sporenvak aan te leggen.

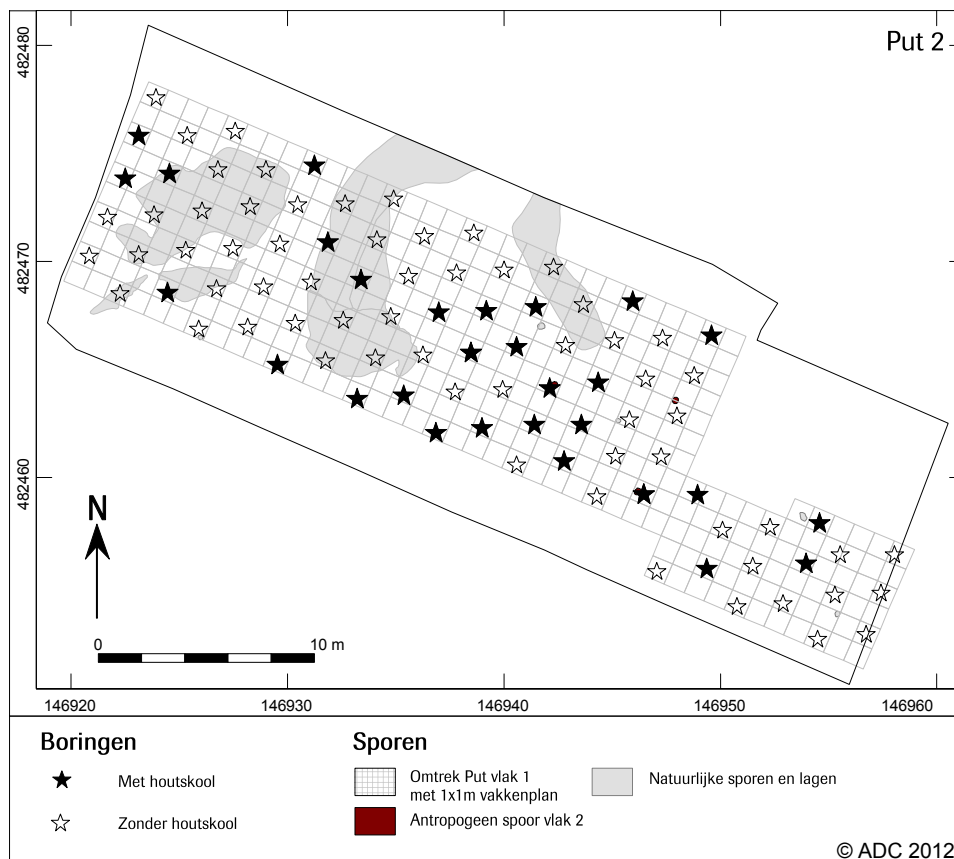
De segmenten in put 1 werden verdiept tot in de C-horizont. Ze leverden hoofdzakelijk (nu verticaal en stratigrafisch gescheiden) houtskool op. Slechts één vuursteen afslagje (chip, V366, afb.17) werd in de B-horizont aangetroffen. In het vlak en profiel van vak 227, segment 4 werd een mogelijk spoor geïdentificeerd (S3, afb.16), maar dit spoor bevatte onvoldoende houtskool om als haardkuil geïnterpreteerd te kunnen worden (een spoortype dat voor de mesolithische periode op een dergelijke locatie verwacht kan worden) en was daarnaast dermate slecht zichtbaar dat de twijfel blijft bestaan of het wel om een (antropogeen) spoor gaat.

Put 2 leverde uit de bulkboringen meer vakken met houtskool op, maar slechts twee vakken met voldoende aantallen om de segmenten er van te zeven. Van deze twee vakken werd segment 1 (het noordwest-segment) opgeslagen als grondmonster dat bij de uitwerking gezeefd kon worden op een fijnere maaswijdte. Dit is gebeurd met het segment van vak 519.

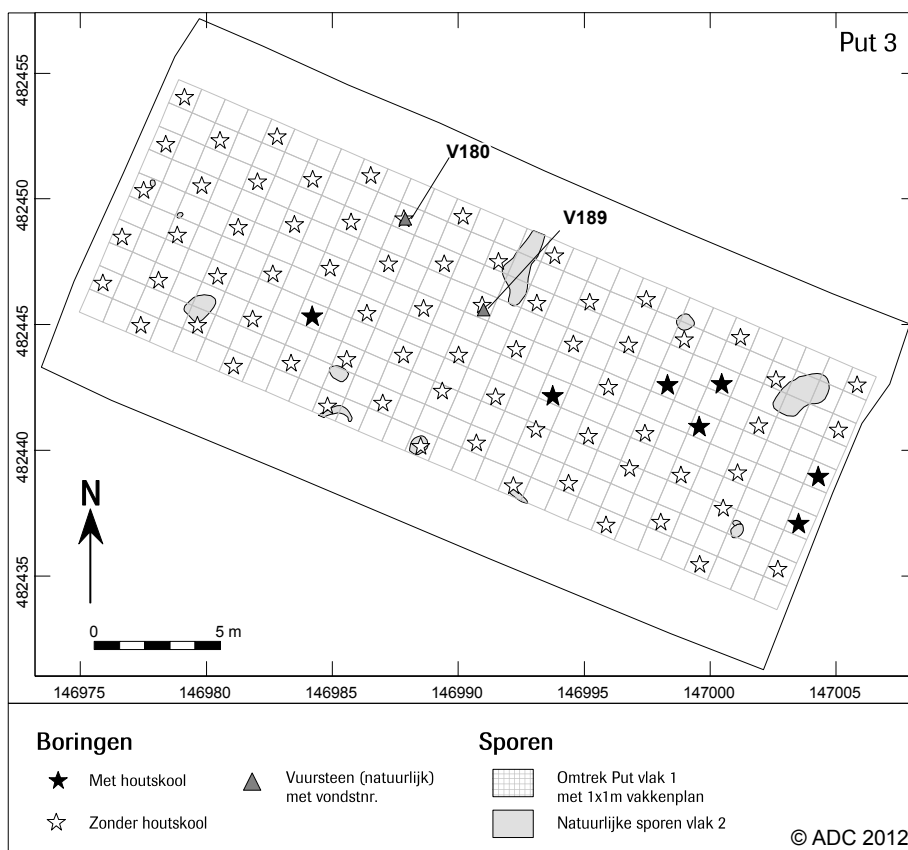
De segmenten in put 2 leverden eveneens hoofdzakelijk houtskool op. Echter in segment 2 van vak 829 werd in de tweede laag uit de E-horizont een kling aangetroffen (V414, afb.17). Deze kling kwam niet uit een spoor, maar bij het uitschaven van segment 1 (er naast), werd in de C-horizont wel een antropogeen spoor zichtbaar (S1, afb.17). Voor dit spoor geldt echter hetzelfde als het spoor uit put 1; te weinig houtskool om het onomstotelijk een restant van een haardkuil te noemen.



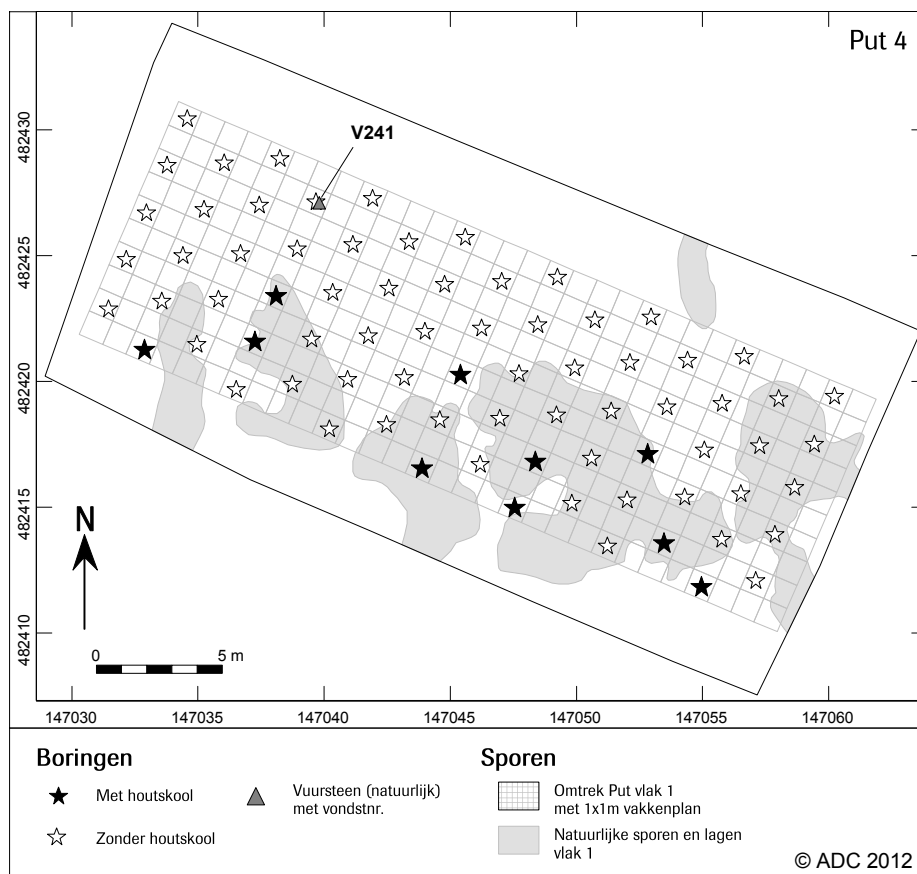
Afb. 12. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 1.



Afb. 13. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 2.



Afb. 14. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 3.



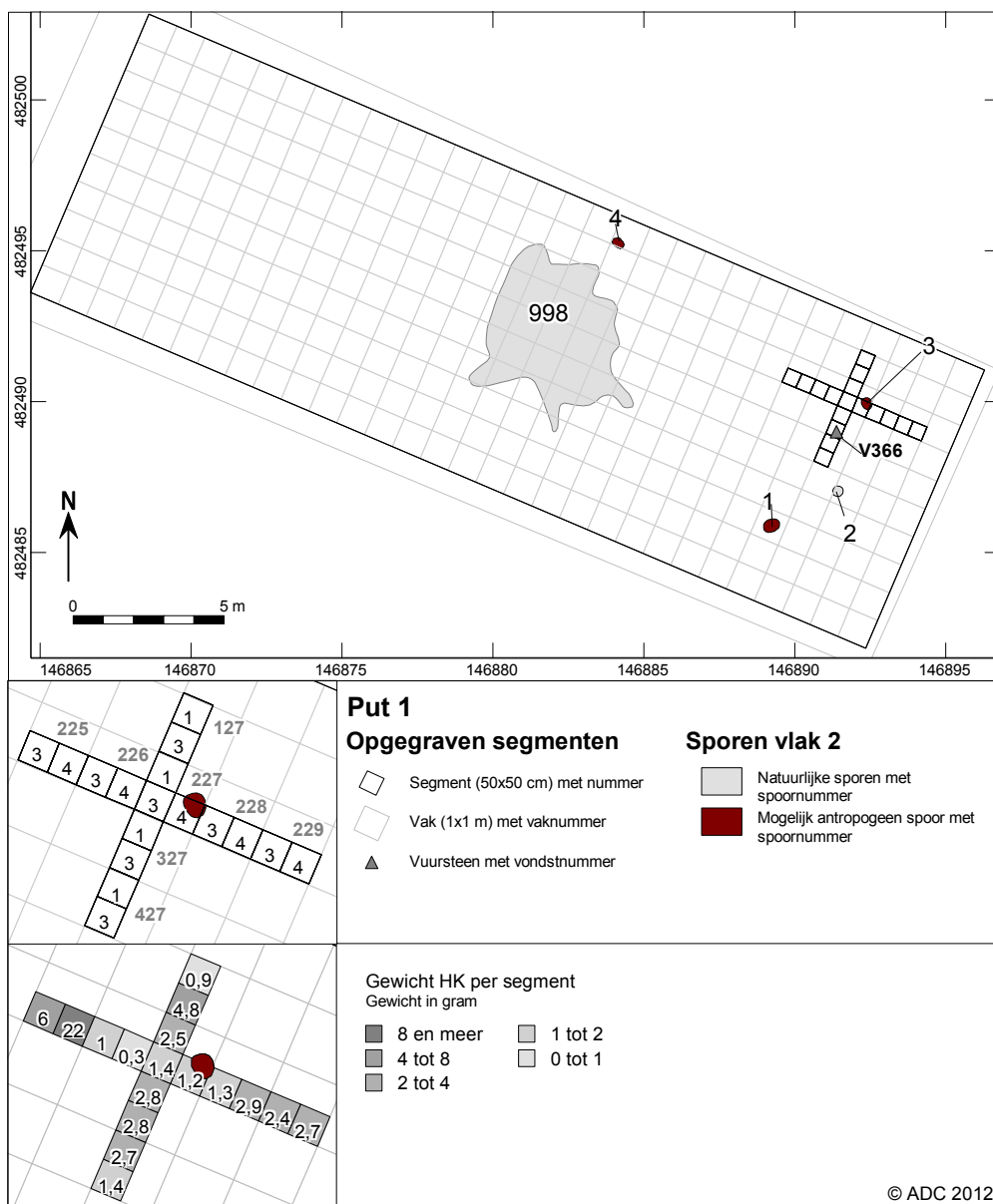
Afb. 15. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 4.



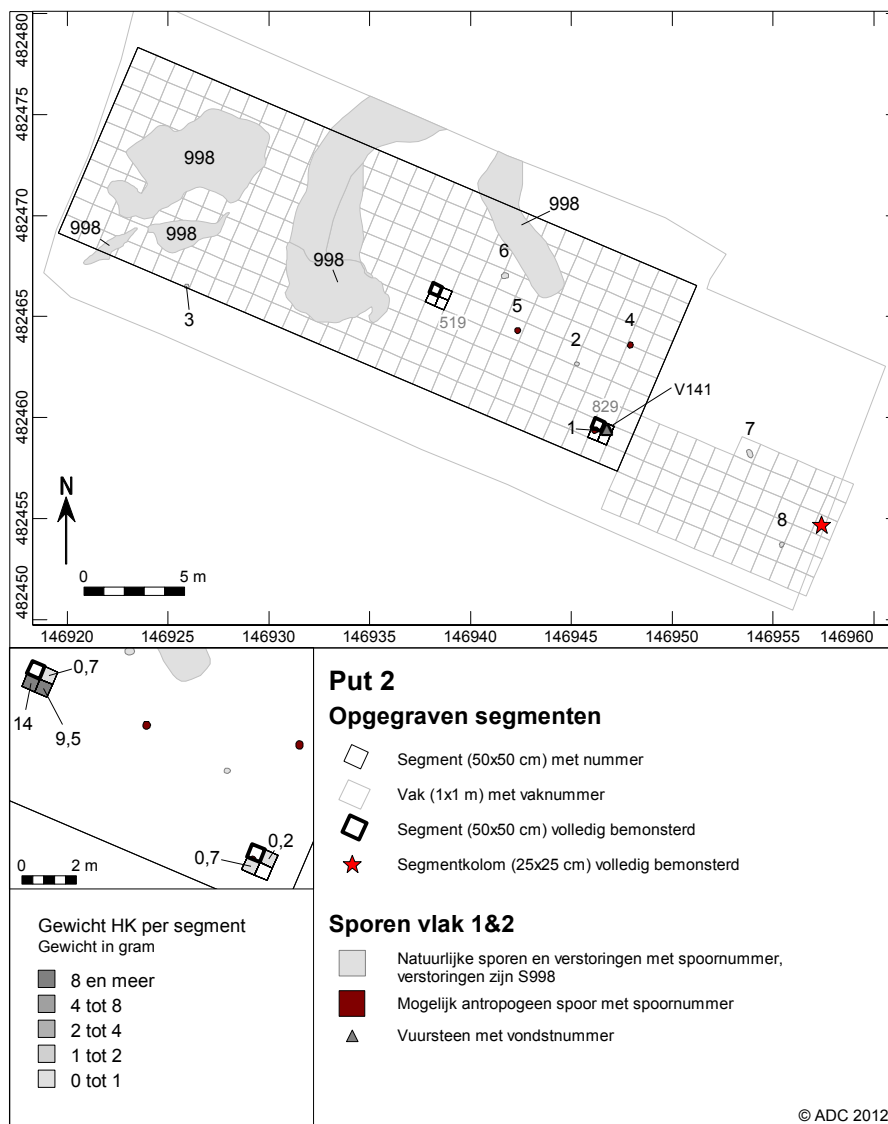
In put 2 is naast de segmenten van 50 x 50 cm één kolom van eenheden van 25 x 25 x 5 cm in het profiel (het visueel schoonste/minst verstoorte deel) opgegraven en volledig bemonsterd ten behoeve van houtskoolonderzoek. In de meerderheid van deze eenheden is voldoende (hoewel geen grote hoeveelheden) houtskool aangetroffen voor verder onderzoek. Deze segmenten zijn aangevuld met de bemonsterde segmenten van vak 519 en voor de A-horizont moest aanvullend materiaal uit andere monstercontexten verzameld worden.

Fase 4 en 5: Verdiepen naar het sporenvlak en de aanleg van de profielen

Tijdens het laagsgewijs verdiepen naar het sporenvlak zijn geen materiaalvondsten meer gedaan. De sporen (zowel natuurlijke als mogelijk antropogene) worden verder beschreven in de paragraaf Sporen en Structuren. Ook tijdens de aanleg en documentatie van de profielen is geen vondstmateriaal aangetroffen.



Afb. 16. Overzicht put 1 opgegraven segmenten en sporen.



Afb. 17. Overzicht put 2 opgegraven segmenten en sporen.

5.2 Sporen en structuren

De verwachtingen voor een goed sporenvlak waren hoog bij de aanleg van de vlakken. Vergelijkbare vindplaatsen als Hoge Vaart,³⁵ Dronten (Tunnel Drontermere³⁶) en de Hanzelijn³⁷ hebben (grote) haardkuilenclusters opgeleverd uit het Mesolithicum. Deze typeerden zich over het algemeen (met uitzondering van de opgraving N23) juist door een gering aantal vondsten en ze bevonden zich voornamelijk op de hoger gelegen delen in het oude dekzand landschap. Ook hier was sprake van een hoge dekzandrug, maar de verwachting deze haardkuilen aan te zullen treffen, bleek niet uit te komen.

In totaal zijn 53 spoornummers uitgegeven tijdens dit onderzoek. Slechts zes kunnen worden toegeschreven aan mogelijk antropogene sporen (tabel 5). De overige 47 bestaan uit lagen en natuurlijke verstoringen zoals bomen, boomvallen, boomwortels en dergelijke. De sporen werden over het algemeen pas zichtbaar in de C-horizont. Door de bodemvorming in het dekzand zijn de bovenste delen van de sporen dermate vervaagd dat ze niet meer zichtbaar waren en de sporen die aangetroffen werden, waren duidelijk de laatst overgebleven restanten van waarschijnlijk de diepste sporen (afb.12 en 13,16 en17). De mogelijke reden voor de afwezigheid van sporen en vondstconcentraties was onderwerp van discussie en veronderstellingen tijdens het veldwerk en de evaluatiefase. De theoretische veronderstellingen die besproken zijn tijdens het veldwerk, worden kort aangestipt onder de koppen "natuurlijke en antropogene

³⁵ Hogestijn & Peeters 2001.

³⁶ Prangma & Gerrits 2009.

³⁷ Lohof, Hamburg & Flamman 2011.



sporen". In de uiteindelijke synthese in dit rapport zal duidelijk worden gemaakt welke theorie de meest waarschijnlijke uitkomst is van dit onderzoek.

Tabel 5. Overzicht mogelijk antropogene sporen.

Putnr.	Vlak	Spoor	Spoortype	Diepte	Opmerking
1	2	1	KL	26	kl of nv? Gehele inhoud gezeefd. Apart bemonsterd voor hk & ¹⁴ C en gefotografeerd.
1	2	3	KL	10	nv of kl? Gehele inhoud gezeefd. Apart bemonsterd voor hk & ¹⁴ C en gefotografeerd.
1	2	4	KL	32	kl of nv?, Gehele inhoud gezeefd. Apart bemonsterd voor hk & ¹⁴ C en gefotografeerd.
2	2	1	KL	12	kl of nv?, Gehele inhoud gezeefd.
2	2	4	KL	30	kl of nv?, Gehele inhoud gezeefd. Apart bemonsterd voor hk & ¹⁴ C en gefotografeerd
2	2	5	KL	14	kl/ of nv ? Zeer vaag. Gehele inhoud gezeefd

Natuurlijke Sporen

De meeste natuurlijke sporen zijn duidelijk te onderscheiden van de mogelijk antropogene sporen doordat ze zeer grillig van vorm zijn, omrand worden door ijzeroxide en zeer regelmatig wisselen van uiterlijk bij het opschaven van het vlak of het achteruit zetten van de coupe. Opvallend zijn de relatief veel grote boomvallen en wortelgangen die eveneens pas zichtbaar waren op het sporenvlak, wat suggereert dat ze waarschijnlijk grofweg uit dezelfde periode stammen als de veronderstelde antropogene sporen. Zoals in afbeelding 18 is te zien, hangen restanten van bodemvorming zichtbaar in de C-horizont samen met natuurlijke verstoringen zoals boomwortels, boomvallen enz. Al deze natuurlijke verstoringen zouden er op kunnen wijzen dat de dekzandrug bebost was, wat deze locatie mogelijk minder aantrekkelijk voor bewoning in het Mesolithicum maakte.

Antropogene sporen

Zoals zichtbaar in de opmerkingen van tabel 5 zijn de zes antropogene sporen enigszins dubieus; echter vergeleken met de overige duidelijk natuurlijke sporen gaan we er van uit dat deze sporen, hoewel vaak vaag en relatief grillig, toch antropogeen zijn. Het betreft waarschijnlijk de onderkantjes of zelfs de uitspoeling van diepere sporen afkomstig uit de oorspronkelijke A-horizont van de podzol (afb. 19 & 20). De donkere en extreem gebioturbeerde B-, en BC- horizont maken het echter bijzonder moeilijk de sporen al op een hoger niveau te herkennen. Al de sporen bevatten spikkels houtskool, maar niet in dergelijke hoeveelheden dat ze als haardkuil / kuilhaard geïnterpreteerd kunnen worden. De hoeveelheid houtskool verschilt niet met wat er aan houtskool door (mogelijk) natuurlijke omstandigheden in de bodemhorizonten aanwezig is. Alle sporen zijn gezeefd en hebben naast houtskool verder geen materiaal opgeleverd. Ze bevinden zich uitsluitend hoog op de dekzandrug in putten 1 en 2 op vlak 2. Naast spoor 1 in put 2 is tijdens het zeven een kling aangetroffen. De combinatie van deze vondst en enkele mogelijke onderkantjes van verspreid liggende sporen suggereert dat er wel gebruikt is gemaakt van deze locatie maar in bijzonder geringe mate. Mocht uit de bemonstering van de profielen blijken dat de top van het dekzand verspoeld is geweest, dan krijgen de sporen een meerwaarde doordat ze dan gezien kunnen worden als de laatste restanten van een verspoelde vindplaats. Dit zou betekenen dat deze dekzandkop wel (intensief) door mensen is gebruikt, maar dat daar nog maar weinig van over is.



Afb. 18. Natuurlijke sporen. Put 2, vlak 2.



Afb. 19. Put 1, vlak 2, spoor 1, kuil.



Afb. 20. Put 2, vlak 2, spoor 4, paalspoor?

5.3 Resultaten booronderzoek en profielen

J.J.W. de Moor

In het onderzoeksgebied wordt de basis van het profiel gevormd door grind, zand en (humeuze) leem. De lemige afzettingen zijn veelal gecryoturbeerd. Deze fluviatische (beek-), eolische en fluvioperiglaciale sedimenten zijn vermoedelijk al vanaf het begin van de laatste ijstijd, het Weichselien, afgezet en vormen het Laagpakket van Wierden (de vroegere Formatie van Twente), dat tot de Formatie van Boxtel wordt gerekend. Deze sedimenten waren alleen in de Begemannboringen zichtbaar. In de putten wordt de basis van het profiel gevormd door de pleistocene dekzanden van de Formatie van Boxtel en in de Begemannboringen liggen deze op de hierboven genoemde afzettingen. Deze dekzanden bevinden zich op een diepte die varieert van minder dan een meter tot meer dan vijf meter onder het maaiveld. De dekzanden hellen af in westnoordwestelijke richting en worden bedekt door holocene afzettingen, bestaande uit basisveen, meerbodemaafzettingen (Flevomeer-laag) en mariene sedimenten (Almere-laag en Zuiderzeeafzettingen). De holocene afzettingen zijn het westen beduidend dikker dan in het oosten van het gebied (zie profiel).

Uit de profielen in de putten is de dekzandrug heel duidelijk naar voren gekomen. In de top van het dekzand heeft zich een podzolbodem ontwikkeld. Waarschijnlijk gaat het hierbij om een moderpodzol (bruine bosbodem) die onder invloed van vernatting is omgevormd tot een veldpodzol. In putten 2, 3 en 4 is de podzolbodem vrijwel intact. Ook in put 1 is een vrijwel intact podzolprofiel aanwezig. In het westelijke deel van deze put, op de flank van de dekzandrug, bevindt zich echter een profiel waarbij niet van een intacte podzol kan worden gesproken. Hier is ook een dun, wit zandlaagje aangetroffen (afb. 21), dat sterk doet vermoeden dat er op de westelijke flank mogelijk toch erosieprocessen hebben plaatsgevonden. Ook bij andere projecten in de regio zijn dergelijke laagjes aangetroffen (o.a. Tunnel Drontermeer en Hanzelijn Nieuwe Land).³⁸ Ook ligt er hier geen veen op het zand, maar een pakket vrij grove detritus met veel houtresten. Dit geeft aan dat er duidelijk sprake is geweest van meer stromend water, mogelijk resulterend in erosie van de top van het zand. Het slijpplaatmonster van dit onregelmatige zandlaagje geeft aan dat dit zandlaagje door stromend water is afgezet (zie bijlage 2; Micromorfologisch onderzoek).

In de werkputten 2, 3 en 4 is dus veelal een volledig intact podzolprofiel aangetroffen, bedekt met veen (behalve op de hoogste delen in put 2, daar waar de dekzandrug het dichtst onder maaiveld zit).

Op het hoogste deel van put 1 is te zien dat wortels van het veen (plantengroei uiteindelijk resulterend in veen) in de C-horizont van de podzol zitten. Dit is een duidelijke aanwijzing dat er daadwerkelijk veengroei heeft plaatsgevonden.

De overige holocene sedimenten bestaan voornamelijk uit humeuze kleien (gyttja/detritusgyttja) van de Flevomeer- en Almere-laagpakketten (meerbodemaafzettingen en lagunaire afzettingen, zoet tot licht brak) en de siltige kleien van de jongere mariene afzettingen (Zuiderzee). Op de hogere delen van de dekzandrug ontbreken de humeuze kleien. De grens tussen de Almere- en de Zuiderzee-afzettingen is scherp en veelal erosief. Daarnaast is de grens tussen het veen en de Almere-afzettingen ook scherp tot erosief. Met name in put 4 was goed te zien dat de Almere-afzettingen zijn ingesneden in het veen.

Uit het booronderzoek dat vanaf de westflank doorloopt tot in de depressie, bleek dat het dekzand niet veel verder omlaag duikt (bijlage 1A). De top van het dekzand blijft over grote afstand horizontaal. Er zijn in de boringen weinig intacte podzolprofielen aangetroffen. Vermoedelijk heeft hier enige erosie of verspoeling van de top van het dekzand plaatsgevonden. Dit was goed te zien in de Begemannboringen (bijlage 1C), waar in geen van de drie kernen een intacte podzolbodem aanwezig was. Op het zand ligt een pakket Basisveen, dat plaatselijk klastisch is en ook detritus bevat (in dat geval heeft er enige erosie



Afb. 21. Onregelmatig wit zand laagje. Put 1 Zuidprofiel.

³⁸ Prangma & Gerrits 2009; De Moor et al, 2009.



van het veen plaatsgevonden). Het veen gaat aan de bovenkant over in het pakket detritusgyttja van de Flevomeer-laag. De erosie van het veen op de flank kan door stromend water van het Flevomeer veroorzaakt zijn.

De verdrinking van het gebied is goed te reconstrueren aan de hand van de hoogtegegevens van de top van het Pleistoceen en de bestaande zeespiegelcurves van het gebied. Dit is in Begemann boring 1, waar het Pleistoceen het diepst ligt ($\pm 7,5$ m -NAP) en in put 2 waar het dekzand het hoogst is ($\pm 4,8$ m -NAP). Met deze hoogtes kan aan de hand van de zeespiegelcurve van Van de Plassche *et al.*³⁹ worden gereconstrueerd dat de eerste verdrinking van de laagste delen rond 4900 v.Chr. begon en dat rond 3600 v.Chr. de dekzandrug vrijwel volledig met veen bedekt moet zijn geweest.

6 Resultaten specialistisch onderzoek

De uitwerking van dit onderzoek is in sterke mate gericht op één belangrijke vraag: waarom is er op deze – theoretisch zeer kansrijke – locatie geen archeologische vindplaats aangetroffen? Hebben we te maken met erosie of speelt dat geen rol? Is er überhaupt bewoning geweest op dit deel van de dekzandrug?

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de diversen specialistische analyses gepresenteerd, met uitzondering van het micromorfologisch onderzoek waarvan hier alleen een samenvatting wordt gegeven (het volledige rapport is in bijlage 2 te vinden). De ¹⁴C-uitkomsten worden hier in tabelvorm gepresenteerd, het rapport is bijgevoegd als bijlage 3. De conclusies van de specialisten zijn opgenomen in hoofdstuk 7.

6.1 Vuursteen

Het vuursteen aangetroffen tijdens het onderzoek is door R. Machiels gedetermineerd. Helaas zijn slechts twee antropogene en drie natuurlijke fragmenten vuursteen aangetroffen (tabel 6). In segment 2 van vak 829, put 2, is in de tweede eenheid uit de E-horizont een kling aangetroffen (V414). Deze is helaas niet meer in complete staat doordat de kling post-depositioneel is gebroken. De kling kwam niet uit een spoor, maar bij het uitschaven van segment 1 (er naast), werd in de C-horizont wel een antropogeen spoor zichtbaar (S1). Daarnaast is in segment 3 van vak 327, put 1 één verbrande “chip” aangetroffen (V241).

Het klingfragment was nog in goede conditie, ondanks dat het licht verbrand is en is van noordelijk vuursteen. Het fragment is bekeken op sporen van gebruik door A. Verbaas (Laboratorium voor Artefactstudies, Leiden). De verbrande “chip” kwam hiervoor niet in aanmerking. Afgezien van microretouche langs de rand vertoont de kling geen gebruikssporen. Daarom is de conclusie van de gebruikssporenspecialist dat dit klingfragment gebruikt zou kunnen zijn voor het bewerken van een gemiddeld hard materiaal. Daarbij kan gedacht worden aan bijvoorbeeld hout of stengels van planten. Het is echter ook mogelijk dat de microretouche post-depositioneel is en de kling nooit gebruikt is.

Tabel 6. Vuursteen vondsten.

Vondstnr.	Put	Vlak	Vak	Spoor	Segment	Verzamelwijze	Opmerking
180	3	1	111	900		BOOR	natuurlijk
189	3	1	315	900		BOOR	natuurlijk
414	2	9001	829	5200	2	ZEEF	kling, verbrand
241	4	1	107	900		BOOR	natuurlijk
366	1	9003	327	5300	3	ZEEF	chip, verbrand

³⁹ Van de Plassche *et al.* 2005.



6.2 Pollen onderzoek

J.A.A. Bos en F. Verbruggen

6.2.1 Inleiding

Botanisch onderzoek aan de top van het dekzand en van het veen kan inzicht geven of er in de nabijheid van de dekzandrug sprake van menselijke activiteit is geweest. Er zijn verschillende palynologische indicatoren die op menselijke invloed duiden. Zo kan er op het voorkomen van pollen van granen en verschillende soorten kruiden waaronder tredplanten en brandindicatoren gelet worden. De aanwezigheid van mestschimmels zou daarbij aanvullende informatie kunnen verschaffen over het voorkomen van grote herbivoren. Brandindicatoren (zoals de aanwezigheid van houtskool, verkoelde epidermis fragmenten en bepaalde schimmels) zouden inzicht kunnen geven of er in het gebied brand is geweest waarbij gespeculeerd kan worden of dit wellicht door de mens aangestoken of dat het natuurlijke branden zijn geweest. De monsters zijn dus voornamelijk bedoeld om informatie te leveren over de vegetatieontwikkeling van het omliggende gebied en in het bijzonder om eventuele sporen van menselijke activiteit aan het licht te brengen.

6.2.2 Resultaten

Pollenwaarderingen

Uit de pollenbak, geslagen in de podzol van de dekzandrug, werden vijf pollenmonsters gewaardeerd (AO-515-81, 51, 49, 40, 30 cm⁴⁰) (tabel 7). Deze monsters varieerden in conservering en concentratie. Bij de twee onderste monsters uit de podzolbodem (B- en E-horizont) van de dekzandrug (monsters AO-515-81 en 51) was de pollenconservering onvoldoende tot slecht. In de bovenste drie venige monsters (AO-515-30, 40 en 49) was de conservering van het pollen goed, maar vooral in monsters AO-515-30 en 40 was de concentratie minder door de grote hoeveelheid organisch materiaal. Uiteindelijk zijn uit deze bak twee pollenmonsters uit het basisveen geanalyseerd (AO-515-49 en 40 cm).

Ook uit de drie Begemannboringen (kernnummers 1, 2 en 3) op de flank van de dekzandrug en in de depressie, werden in eerste instantie een aantal pollenmonsters gewaardeerd.

Uit boring 1 werden drie monsters gewaardeerd (AO-K1-384, 379 en 374 cm⁴¹), uit boring 2 zeven monsters (AO-K2-325, 318, 308, 296, 280, 260, 240 cm⁴²) en uit boring 3 drie monsters (AO-K3-278, 267, 262 cm⁴³) (tabel 7). De conservering van het pollen en de pollenconcentratie was over het algemeen redelijk tot goed. Na de waardering is besloten om uit boring 1 twee monsters (AO-K1-374 en 384 cm) te analyseren. Uit boring 2 daarentegen zijn vier monsters (AO-K2-325, 308, 296, en 260 cm) geanalyseerd, terwijl er uit boring 3 twee monsters (AO-K3-278 en 262 cm) zijn geanalyseerd.

Pollenanalyse

Een transect van vier pollenprofielen

Van de vier verschillende locaties zijn vier pollendiagrammen beschikbaar die afkomstig zijn van boorkernen en een pollenbak die verzameld zijn langs een transect van de dekzandrug naar de aangrenzende depressie (afb. 9 en 32). Met een dergelijke studie waarbij verschillende pollenassemblages in de tijd vergeleken kunnen worden langs een transect, kunnen de kleinschalige ruimtelijke verschillen in de vegetatie in kaart gebracht worden.⁴⁴

Het meest volledige pollenprofiel komt uit kern 2. Dit is het pollenprofiel met het langste pollendiagram (dus met het langste tijdsinterval) en hiermee wordt de basis gelegd voor de beschrijving van de andere pollendiagrammen. Het pollenprofiel van kern 2 zal daarom als eerste in zijn geheel besproken worden. Hierbij wordt het diagram beschreven, geïnterpreteerd en wordt de datering op basis van de pollenanalyse toegelicht. Daarna zullen de andere drie pollendiagrammen besproken worden. Er zal getracht worden de pollenmonsters van kern 1 en 3 en die uit het basisveen op de dekzandrug met kern 2 te correleren. Tenslotte zullen de resultaten van alle kernen samengevat worden en zal een ruimtelijke interpretatie gegeven worden van de vegetatie in dit gebied. Hierbij zal ook eventuele aanwijzingen voor menselijke activiteit besproken worden. Er is een aantal ¹⁴C-dateringen beschikbaar, echter geen van deze monsters is afkomstig uit boring 1-3 of uit put 4 waar het pollenprofiel van de dekzandrug uit stamt. Alle ¹⁴C-

⁴⁰ Of te wel: -5,47, -5,17, -5,15, -5,06 en -4,96 NAP.

⁴¹ Of te wel: -7,55, -7,50 en -7,45 NAP.

⁴² Of te wel: -6,89, -6,82, -6,72, -6,60, -6,44, -6,24 en -6,04 NAP.

⁴³ Of te wel: -6,53, -6,42 en -6,37 NAP.

⁴⁴ zie Bos & Janssen 1996, Bos 1998, Bos *et al.* 2006.



dateringen zijn afkomstig van macroresten- en houtskoolmonsters uit het basisveen en uit verschillende bodemhorizonten in de dekzandrug van put 2, ca. 100 m ten noordwesten van put 4. Hoewel er dus geen directe relatie tussen de pollenassemblages van dit onderzoek en de absolute ouderdom op basis van ^{14}C -dateringen, echter de afstand van put 2 en 4 is slechts 100 m en de bodemhorizonten in de dekzandrug zijn vergelijkbaar met elkaar. Deze zullen daarom bij de bespreking van het pollendiagram van de pollenbak uit de dekzandrug betrokken worden. Bovendien zullen de Almere pollenprofielen vergeleken worden met ^{14}C -gedateerde, standaard pollendiagram(men) uit Flevoland. Deze „relatieve datering” wordt op basis van het voorkomen en de waarden van de regionale pollentypen gedaan. De Almere-pollendiagrammen zijn goed vergelijkbaar met de pollendiagrammen van Hanzelijn Nieuwe Land, waarvan de pollenzones wel met ^{14}C -dateringen absoluut gedateerd zijn.⁴⁵ Bij de correlatie van de kernen moet echter wel rekening gehouden worden met de verschillen in de ruimtelijke vegetatiepatronen. Een voorbeeld: in de periode dat de dekzandkoppen nog niet bedekt waren met basisveen hebben deze mogelijk een vegetatie gehad met dennen en heide. Deze pollentypen zullen dan ook in het basisveen profiel op de dekzandrug oververtegenwoordigd zijn (=lokale pollenneerslag, afb. 10). In de reconstructie van de ruimtelijke vegetatie zal geprobeerd worden met deze lokale vegetatieverschillen zoveel mogelijk rekening te houden. Met extralokaal wordt hier bedoeld dat de soort zeer nabij groeide (binnen 100 m), maar niet ter plaatse (lokaal).

Pollendiagram kern 2

Vegetatieontwikkeling

De resultaten van de pollenanalyse van kern 2 zijn weergegeven in afbeelding 22. In deze kern zijn voor het regionale pollenspectrum de volgende taxa aangetroffen: in het onderste pollenmonster (325 cm / -6,89 NAP) de waarden van de den (*Pinus*) nog hoog (50%), wat aangeeft dat den lokaal aanwezig geweest is. Mogelijk groeiden er dennen op de aangrenzende dekzandrug (=extralokale pollenneerslag op de locatie van kern 2, afb. 10). Ook pollen van andere bomen als hazelaar (*Corylus*, 25%), iep (*Ulmus*, 5%), eik (*Quercus*, 7%) en linde (*Tilia*, 5%) zijn aanwezig. Tevens wordt pollen van berk (*Betula*) en es (*Fraxinus*) aangetroffen. Verder is pollen van klimop (*Hedera helix*), sneeuwbal (*Viburnum*) en sporkehout (*Rhamnus frangula*) aanwezig. De kruidenwaarden zijn laag (ca. 1%) en worden voornamelijk gevormd door sporen van adelaarsvaren (*Pteridium aquilinum*). Tevens is struikheide (*Calluna vulgaris*) pollen in lage percentages aanwezig. Bovengenoemde taxa (uitgezonderd den) vertegenwoordigen de soorten die in de gehele regio in het gebied aanwezig zijn op de locatie van kern 2 (afb. 10). Dit geeft aan dat in de regio zich op de vochtige/drogere gronden een gemengd loofbos met eik, iep, berk en linde ontwikkelde. De hazelaar en adelaarsvaren kwamen regionaal voor in de struikzone, aan bosranden en op open plekken in de bossen.

In het lokale pollenspectrum zijn naast hoge pollenwaarden van els (*Alnus*, 80%) voornamelijk grassen (Poaceae, 10%) en niervarens sporen (*Dryopteris*, 20%) aanwezig. Dit geeft aan dat er op deze locatie een elzenbroekbos aanwezig was, waarin mogelijk de grassoort riet (*Phragmites australis*) en veel varens voorkwamen. Er zijn nauwelijks waterplanten in het monster aangetroffen, een enkel fonteinkruid (*Potamogeton*) en wat algen (T.128). Deze soorten kwamen mogelijk voor in ondiepe poeltjes tussen de bomen van het broekbos. Ook zijn er brandindicatoren (veel (Coniferen)houtskool en de schimmel *Gelasinospora* spp.) in de monsters aangetroffen. Deze geven aan dat er branden in het gebied voorkwamen.

De aanwezigheid van zogenaamde schimmels van het *Cercophora* type geeft aan dat er mogelijk grote herbivoren in de elzenbroekbossen kwamen foerageren en hier hun mest deponeerden. *Cercophora* kan echter ook cellulose verteren. Het is tevens mogelijk dat er door vernatting een aantal bomen, zoals elzen (van de soort *Alnus glutinosa*) die het meest aanwezig waren, doodging en er dus een grotere hoeveelheid boomstronken, waarop deze schimmels konden leven, beschikbaar kwam in het milieu. De gelijktijdige toename van de waarden van veenmos en *Cercophora* type in het volgende monster 308 cm / -6,72 NAP kunnen hier eveneens op wijzen.

⁴⁵ Bos in De Moor *et al.* 2009.



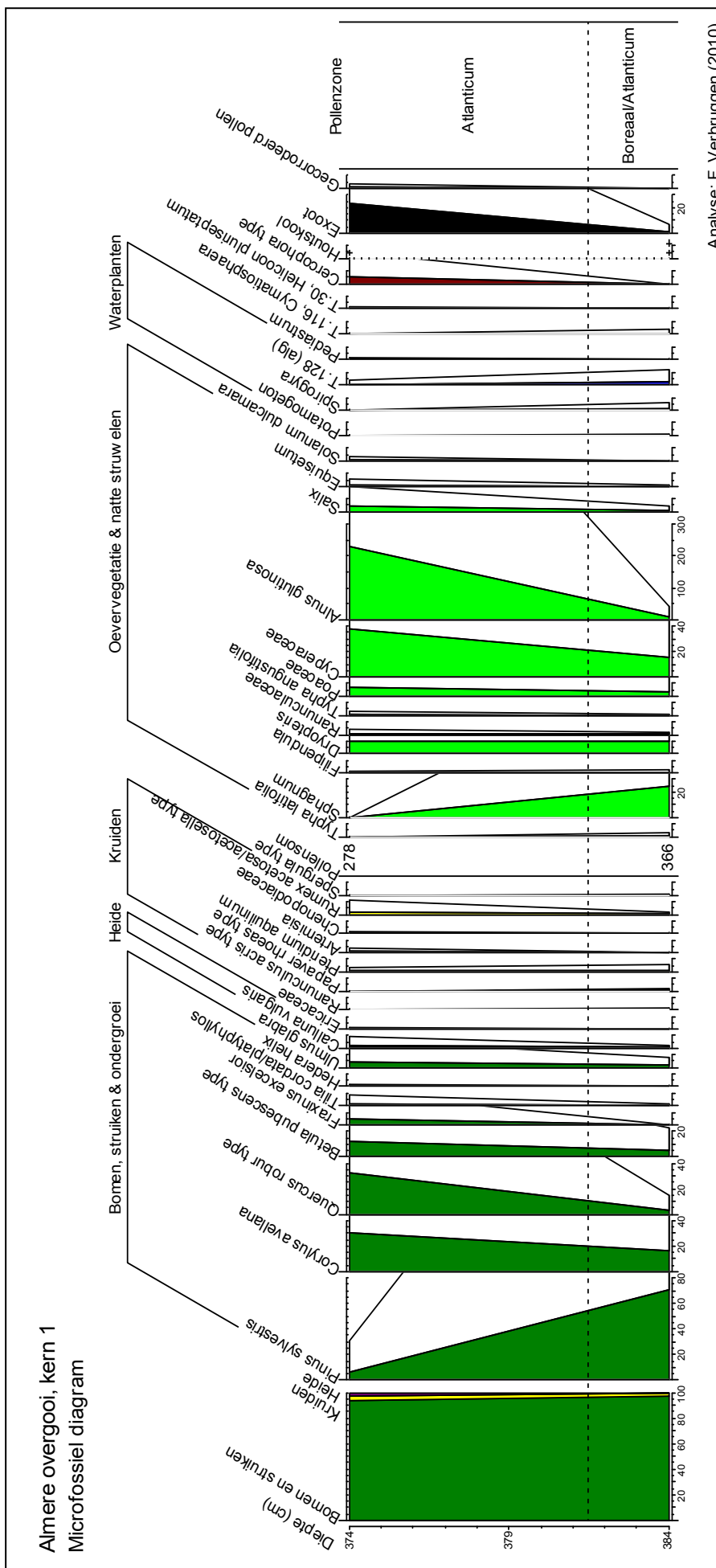
Tabel 7. Resultaten waardering pollenmonsters.

Velcode	volume (cm ³)	Lithologie	Diepte monster	NAP diepte monster	Conservering	Concentratie	houtskool	brand	menselijke invloed	schimmel-sporen	Analyse	Geschatte ouderdom op basis van pollen inhoud	Inhoud
AO-K1-384	1	top basisveen	384	-7,55	R, soms wat gecorrodeerd	G	xxx				J	Midden Boreaal	<i>Pinus</i> (veel), <i>Alnus</i> (1x), <i>Betula</i> , <i>Corylus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Calluna</i> , <i>Sphagnum</i> (veel), <i>Filipendula</i> , <i>Typha latifolia</i> , T. 128, <i>Spirogyra</i>
AO-K1-379	1	top basisveen	379	-7,5	G, <i>Alnus</i> soms wat gecorrodeerd	G, veel organische troep	x				J	Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Salix</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Calluna</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Poaceae</i>
AO-K1-374	1	top basisveen	374	-7,45	G, <i>Alnus</i> wel wat gecorrodeerd	G, veel organische troep	x				J	Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Dryopteris</i>
AO-K3-278	2	top basisveen	278	-6,53	R, veel pollen gebleekt en gecorrodeerd	R	xxx	Pteridium			J/N	Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Betula</i> , <i>Pteridium</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Comp. lig.</i> , <i>Sphagnum</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Calluna</i>
AO-K3-267	1	top basisveen	267	-6,42	G, <i>Dryopteris</i> soms gecorrodeerd	R	xxx				J	Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Betula</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Hedera</i> , <i>Calluna</i> , <i>Lysimachia</i> , <i>Dryopteris</i> !, <i>Aster</i> , <i>Cyperaceae</i>
AO-K3-262	1	top basisveen	262	-6,37	R, pollen soms gecorrodeerd	R	xxx			Sordariaceae	J/N	Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Tilia</i> , <i>Salix</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Sphagnum</i> , T. 128
AO-K2-325	2	top basisveen	325	-6,89	G	G	xx	Pteridium	Anthoceros?		J	Atlantisch	<i>Pinus</i> (nog vrij veel), <i>Alnus</i> !, <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Tilia</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Calluna</i> , <i>Potentilla</i> , <i>Pteridium</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Anthoceros laevis</i>
AO-K2-318	2	top basisveen	318	-6,82	G, soms een beetje gecorrodeerd	G	xx			Sordariaceae, Tilletia	J	Atlantisch	<i>Pinus</i> (nog vrij veel), <i>Alnus</i> !, <i>Quercus</i> !, <i>Corylus</i> , <i>Tilia</i> ! (nog vrij veel), <i>Salix</i> , <i>Poaceae</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Polypodium</i>
AO-K2-308	1	veen	308	-6,72	G	R	xxx	verkoelde <i>Sphagnum</i> blaadjes, <i>Melampyrum</i> , <i>Gelasinospora</i> T.2		Tilletia	J!	Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Betula</i> , <i>Salix</i> , <i>Frangula</i> , <i>Calluna</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Sphagnum</i> , <i>Solanum dulcamara</i> , <i>Melampyrum</i>
AO-K2-296	1	veen	296	-6,6	G	G, veel organische troep	x				J	eind Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Betula</i> , <i>Tilia</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Salix</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Sphagnum</i> , <i>Typha angustifolia</i> , <i>T. latifolia</i> , <i>Oenanthe/Cicuta</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Calluna</i> (wat meer dan in de monsters hieronder), <i>Nymphaea</i> , <i>Caryophyllaceae</i> (<i>Silene</i> ? ca. 24 poren, grof reticulaat), <i>Valeriana officinalis</i>
AO-K2-280	1	veen	280	-6,44	G	G	x			Tilletia, Sordariaceae	J	eind Atlantisch	<i>Pinus</i> , <i>Alnus</i> , <i>Corylus</i> , <i>Quercus</i> , <i>Ulmus</i> , <i>Fraxinus</i> , <i>Betula</i> , <i>Aster</i> type, <i>Poaceae</i> , <i>Cyperaceae</i> , <i>Sphagnum</i> , <i>Dryopteris</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Chenopodiaceae</i> , <i>Calluna</i> , <i>Pediastrum</i>

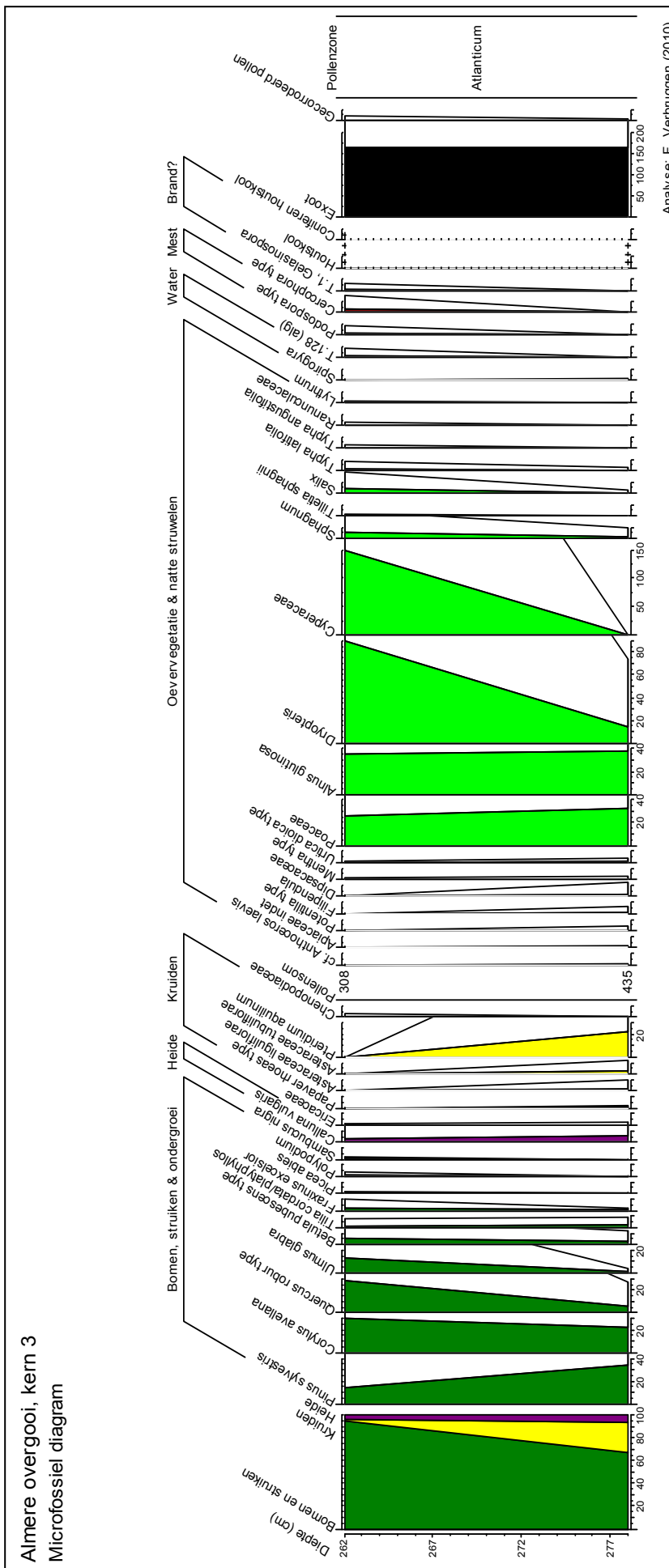


Velcode	volume (cm3)	Lithologie	Diepte monster	NAP diepte monster	Conservering	Concentratie	houtskool	brand	menselijke invloed	schimmel-sporen	Analyse	Geschatte ouderdom op basis van pollen inhoud	inhoud
AO-K2-260	1	veen	260	-6,24	G, soms een beetje gecorodeerd	G	x	Gelasinospora T.2		Tilletia, Podospora achtig, maar meer gepunte polen	J	eind Atlanticum	<i>Pinus, Alnus, Corylus, Betula, Quercus, Ulmus, Tilia, Frangula, Poaceae, Calluna, Empetrum, Cyperaceae, Dryopteris, Sphagnum, Solanum dulcamara, Caryophyllaceae</i> (ca. 30 poreen groot reticulaat)
AO-K2-240	1	veen	240	-6,04	G	G	x	Gelasinospora T.2		Tilletia	J	eind Atlanticum	<i>Pinus, Alnus, Fraxinus, Corylus, Quercus, Ulmus, Betula, Cyperaceae, Dryopteris, Pediastrum, Sphagnum, Calluna</i>
AO-515-81	2	B horizont	81	-5,47	Calluna G, rest verbleekt O	O	x				N	??	<i>Calluna</i> ; verbleekte <i>Betula, Alnus</i> , en <i>Corylus</i> ; stukje <i>Pinus</i>
AO-515-51	2	E horizont	51	-5,17	R, veel gecorodeerd	S	xxx				N	Atlantisch	<i>Pinus, Alnus</i> ; <i>Betula, Corylus, Quercus, Salix, Calluna</i>
AO-515-49	2	basisveen	49	-5,15	G, veel organische troep	G	xxx				J	Atlantisch, wel veel Calluna	<i>Pinus, Quercus, Corylus, Salix, Betula, Tilia, Ulmus, Alnus</i> ; <i>Calluna</i> ; <i>Poaceae, Cyperaceae, Dryopteris</i>
AO-515-40	2	basisveen	40	-5,06	G, veel organische troep	S, pollenside dikker laten maken	x			Sordariaceae	J	Atlantisch	<i>Pinus, Ulmus, Alnus, Corylus, Quercus, Poaceae, Sphagnum</i>
AO-515-30	1	veen	30	-4,96	G, veel organische troep	S, pollenside dikker laten maken	x	(cyper)grassen epidermis		Sordariaceae	J	Atlantisch	<i>Pinus, Alnus, Betula, Corylus, Quercus, Sphagnum, Cyperaceae, Thelypteris, T. 126</i>

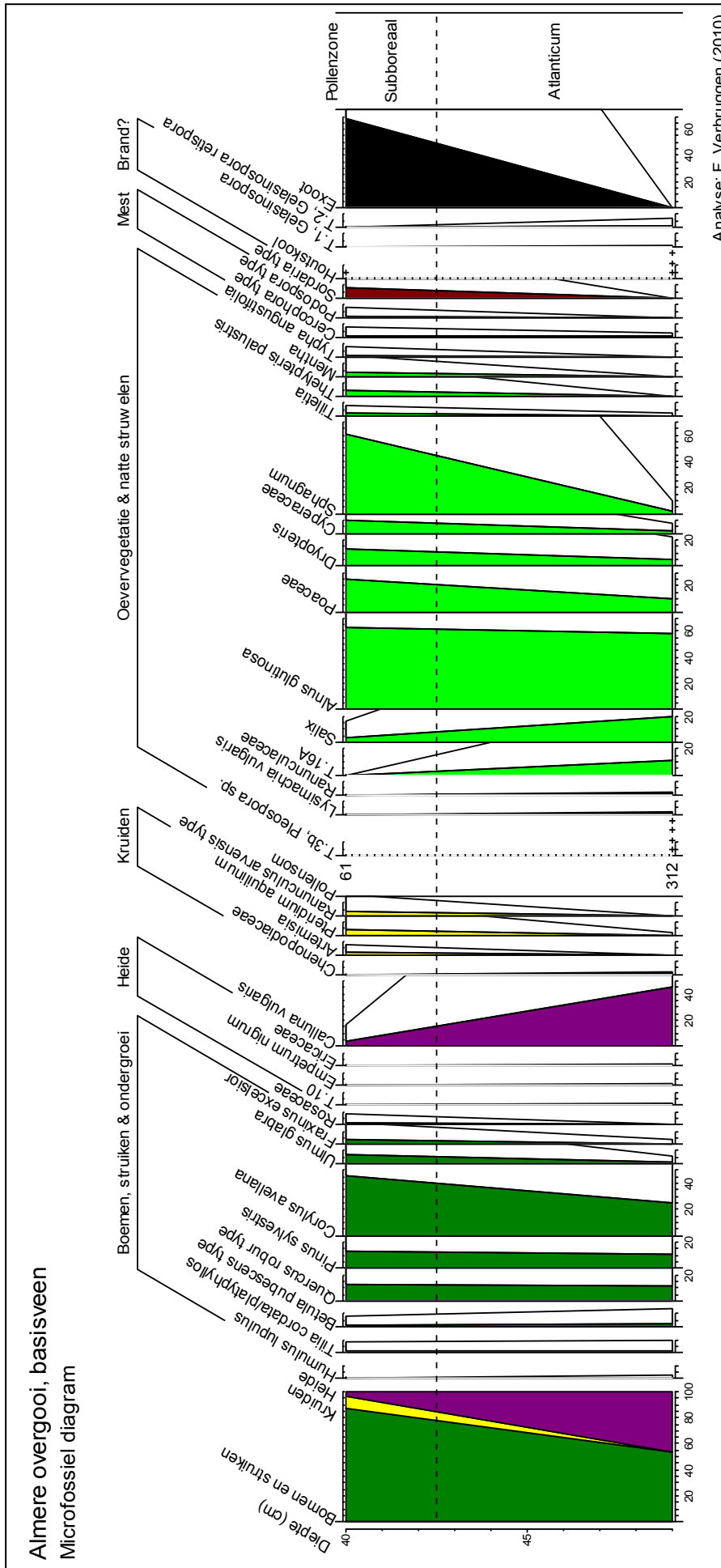
Legenda: Conservering: G= goed, R= Redelijk, S= slecht; Houtskool = aanwezigheid houtskool x= aanwezig, xx= duidelijk aanwezig, xxx= duidelijk aanwezig in overvloed; Concentratie: G= goed, R= Redelijk, S= slecht, O= onvoldoende; Analyse = geschiktheid voor verdere analyse (N = nee, J = ja)



Afb. 23. Pollendiagram uit het midden van de depressie naast de dekzandrug (AO-K1). Kern 1 ligt het meest ver verwijderd van de dekzandrug.



Afb. 24. Pollendiagram van de flank van de dekzandrug (AO-K3), kern 3.



Analyse: F. Verbruggen (2010)

Afb. 25. Pollendiagram van de pollenbak op de dekzandrug, put 4 (AO-515).



In de twee middelste pollenmonsters (308 cm / -6,72 en 296 cm / -6,60 NAP) nemen de dennenwaarden sterk af (<5%) en de waarden van eik (5-20%), berk (15-20%) en hazelaar (30-35%) sterk toe. Dit geeft aan dat het gemengde loofbos met eik, iep, berk en linde zich in de regio verder ontwikkelde en steeds dichter werd. Hazelaar en adelaarsvaren kwamen voor aan bosranden, op open plekken in de struikenzone van deze bossen en op de flanken van de dekzandruggen.

Ook pollen van struikhei bereikt veel hogere waarden (ca. 10%, =extralokale pollenneerslag op de locatie van kern 2, afb. 10). Struikhei gaat in deze periode steeds meer een onderdeel vormen van de vegetatie op de dekzandruggen. In het monster van 308 cm / -6,72 NAP wordt het eerste pollen van smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) gevonden wat op de aanwezigheid van tred door mensen of wild duidt.

In het lokale pollenspectrum worden naast elen, grassen en niervaren ook andere taxa gevonden als hengel (*Melampyrum*), en allerlei planten van oevers en natte struwelen als moerasspirea (*Filipendula*), bitterzoet (*Solanum dulcamara*), egelskop (*Sparganium*), lisdodde (*Typha* spp.), paardestaart (*Equisetum*), moerasvaren (*Thelypteris palustris*), veenmos (*Sphagnum*) en zijn parasiet (*Tilletia sphagnii*). In deze monsters worden ook enkele waterplanten als waterlelie (*Nymphaea alba*) en algen (*Pediastrum*) aangetroffen. Dit alles geeft aan dat de vernatting van het gebied doorzette. Ook zijn er zeer veel mest/celluloseschimmels (*Cercophora* type) en brandindicatoren (veel houtskool, verkoolede veenmosblaadjes, pollen van hengel en de schimmel *Gelasinospora retispora*) in deze monsters aangetroffen. Dit wijst op het voorkomen van branden en de aanwezigheid van mest van grote herbivoren in het gebied.

In het bovenste pollenmonster (260 cm / -6,24 NAP) is het percentage heidetypen (struikhei, dophei (*Erica tetralix*) en kraaiheide (*Empetrum nigrum*)) toegenomen, terwijl het percentage boompollen iets is afgenomen ten opzichte van de pollenmonsters daaronder. In de gehele regio ontwikkelt zich in deze periode meer heidevegetatie met struikhei en kraaiheide. Het landschap krijgt een opener karakter. Op de hogere gronden blijft een gemengd eikenbos met linde, iep en berk aanwezig. Iep wordt in mindere mate in deze bossen aangetroffen. Ook worden in dit monster steeds meer taxa gevonden als adelaarsvaren, composieten (*Asteraceae liguliflorae*) en zuring (*Rumex acetosella/acetosa*), die op menselijke invloed duiden. Er zijn zogenaamde mestschimmels (*Podospora* type en *Cercophora* type) en brandindicatoren (wat houtskool en de schimmel *Gelasinospora retispora*) in de monsters aangetroffen, wat op het voorkomen van brand en de aanwezigheid van mest van grote herbivoren in het gebied wijst. In het lokale spectrum verandert er niet veel. Alleen de waarden van niervarens nemen sterk af, terwijl die van veenmos (en zijn parasiet *Tilletia*) toenemen, wat een verdere vernatting/vervening aangeeft.

Datering

Het onderste pollenmonster (325 cm / -6,89 NAP) dateert - als we deze vergelijken met de pollendiagrammen van de Hanzelijn Nieuweland - op basis van de hoge waarden van den en de aanwezigheid van allerlei loofbomen (hazelaar, eik, iep, en linde) en hoge waarden van elen, in het Vroeg-Atlanticum (Midden/Laat-Mesolithicum).⁴⁶ In de twee monsters daarboven nemen de heidewaarden sterk toe en wordt het eerste pollen van smalle weegbree gevonden. Dit kan duiden op een toenemende mate van menselijke activiteit in dit gebied. Deze twee monsters dateren in het Midden/Laat-Atlanticum (Laat-Mesolithicum). In het bovenste monster is het percentage heidepollen verder toegenomen en dit monster kent een grotere diversiteit (met kraaiheide en dopheide). Tevens worden taxa als zuring, composieten en adelaarsvaren gevonden. Hazelaar blijft in hoge waarden aanwezig terwijl eik, berk en iep iets in waarden afnemen. De afgenomen iepenpercentages zouden kunnen duiden op de zogenaamde iepenval die op de Atlanticum/Subboreaal (Midden-Neolithicum) grens plaatsvond. De afname van de waarden van het iepenpollen is door het kleine aantal geanalyseerde monsters in dit interval echter niet in die mate duidelijk dat met zekerheid van de iepenval uitgegaan kan worden. De afname van de iepen kan ook te maken hebben met vernatting. Dit bovenste monster dateert op basis van de polleninhoud in het Subboreaal (Midden-Neolithicum, na 3700 v.Chr.). Waar precies in het Subboreaal is door de afwezigheid van een absolute datering en de geringe dichtheid van de pollenmonsters moeilijk te zeggen.

⁴⁶ De Moor et al. 2009.



Pollendiagram kern 1

Vegetatieontwikkeling

Het pollendiagram op basis van de pollenanalyse van kern 1 is weergegeven in afbeelding 23. Deze kern is het verst verwijderd van de dekzandrug (afb. 9). Ook dit monster komt van het basisveen. De mogelijke erosie van de top van het dekzand op deze locatie heeft geen invloed op het pollendiagram.

In het onderste pollenmonster (384 cm / -7,55 NAP) zijn de dennenwaarden nog zeer hoog (70%) en is pollen van allerlei loofbomen als hazelaar, eik, iep, en linde aanwezig. Elzenpollen komt in lage percentages voor. In het bovenste monster (374 cm / -7,45 NAP) zijn de dennenwaarden zeer sterk afgenomen (c. 5%) en zijn de percentages van eik (45%) en hazelaar (30%) sterk toegenomen. De hogere struikhei waarden in kern 2 zijn in deze periode het gevolg van het lokaal voorkomen van struikhei op de dekzandrug (= extralokale pollenneerslag op de locatie van kern 1, afb. 10), die dicht bij kern 2 ligt dan bij kern 1. Kern 1 is immers de kern die het meest ver van de dekzandrug verzameld is. De lokale pollentypen geven aan dat de lokale vegetatie in de periode die het pollendiagram omvat, veranderde van een ondiep veenmoeras (met veenmos, zeggen en algen) in een elzen/ wilgenbroekbos. In dit broekbos kwamen naast bitterzoet, lisdodde en paardenstaart ook veel zeggen en varens voor. Ook in deze monsters zijn houtskool en ascosporen van het *Cercophora* type aangetroffen wat het voorkomen van brand en de aanwezigheid van mest van grote herbivoren in het gebied aangeeft.

Datering

Wanneer we de polleninhoud van kern 1 vergelijken met de polleninhoud van de monsters uit kern 2 en die van de Hanzelijn Nieuweland en daarbij de lokale vegetatieverschillen negeren, dan kunnen de twee pollenmonsters van kern 1 gedateerd worden in het Vroeg-Atlanticum (Midden- Mesolithicum, 7000-6000 v.Chr.).⁴⁷ Echter, in het onderste pollenmonster (384 cm / -7,55 NAP) zijn de dennenwaarden nog zeer hoog (70%). Dit monster zou dus nog net in het Boreaal (Vroeg- Mesolithicum) kunnen dateren. De aanwezigheid van elzenpollen geeft aan dat we waarschijnlijk net op de overgang van het Boreaal naar het Atlanticum zitten. In het bovenste monster (374 cm / -7,45 NAP) geven de afgenomen dennenwaarden en toegenomen percentages van eik en hazelaar aan dat dit monster in tijd vergelijkbaar is met monster 308 cm / -6,72 NAP (Laat-Mesolithicum) uit kern 2 (afb. 22).

Pollendiagram kern 3

Vegetatieontwikkeling

De resultaten van de pollenanalyse van kern 3 is weergegeven in afbeelding 24. Deze kern is genomen op de flank van de dekzandrug.

In het onderste pollenmonster komen den, allerlei loofbomen (hazelaar, eik, iep, en linde) en hoge waarden van els (40%) voor. Vooral in het onderste monster zijn de dennenwaarden nog hoog (35%). Dit is mogelijk een reflectie van lokale dennengroei op de nabij gelegen dekzandrug (=extralokale pollenneerslag op de locatie van kern 3, afb. 10). In hetzelfde monster zijn hoge waarden van adelaarsvaren (20%) aangetroffen. Dit is te verklaren doordat adelaarsvaren in deze periode waarschijnlijk lokaal gegroeid heeft (=lokale pollenneerslag op de locatie van kern 3, afb. 10). Met het Hanzelijn onderzoek is aangetoond dat adelaarsvaren - vaak samen met hazelaar – in deze periode veel voorkwam op de flanken van de dekzandruggen.⁴⁸ De hazelaarpercentages zijn echter niet uitzonderlijk hoog (30%) in dit monster, dus waarschijnlijk heeft hazelaar hier niet ter plaatse gegroeid. Bos & Urz demonstrenen in hun onderzoek van het Lahndal in Duitsland dat percentages van hazelaarpollen tussen 60 en 80 % er op kunnen wijzen dat hazelaar ter plaatse (dus lokaal) voorkwam.⁴⁹ Percentages van 40% (of zoals in Almere 30%) wijzen meestal op het extralokale voorkomen van hazelaar. Met extralokaal wordt hier bedoeld dat de soort zeer nabij groeide (binnen 100 m), maar niet ter plaatse (lokaal).

In het bovenste pollenmonster is het percentage adelaarsvaren sterk afgenomen, wat aangeeft dat de soort hier niet meer lokaal groeide. In dit monster zijn de percentages van zeggen (Cyperaceae) en niervaren toegenomen en zeer hoog. Dit wijst erop dat een vernatting opgetreden is, waardoor zeggen en varens ter plaatse konden groeien. De overige soorten die in het diagram gerangschikt zijn onder het kopje 'oevervegetatie en natte struwelen' (waaronder els, wilg en allerlei oeverplanten) kwamen voor in het

⁴⁷ De Moor *et al.* 2009.

⁴⁸ De Moor *et al.* 2009.

⁴⁹ Bos & Urz 2003, tabel 2.



elzen-/wilgenbroekbos wat zich in deze periode al in de depressie (zie kern 1) gevormd had (=extralokale pollenneerslag op de locatie van kern 3, afb. 10). Ook zijn in het bovenste pollenmonster ascosporen gevonden van mestschimmels als *Podospora* type en *Cercophora* type, wat aangeeft dat er grote herbivoren foerageerden in deze elzenbroekbossen.

In beide pollenmonsters van kern 3 zijn eveneens grote hoeveelheden microscopische houtskool-fragmenten gevonden. In het bovenste monster waren zelfs sommige stukjes te herkennen als afkomstig van Coniferen. De vondst van het Coniferenhoutskool in het bovenste monster gaat samen met vondsten van ascosporen van *Gelasinospora*, eveneens een indicator voor brand. Voorgaande geeft aan dat er in deze periode brand in het gebied voorkwam en dat dennenhout gebrand heeft.

Datering

De pollenmonsters van de flank van de dekzandrug dateren op basis van de aanwezigheid van den, allerlei loofbomen (hazelaar, eik, iep, en linde) en hoge waarden van els (40%), in het Vroeg tot Midden-Atlanticum (Midden/Laat-Mesolithicum).

Pollendiagram pollenbak

Vegetatieontwikkeling

De pollenmonsters van de pollenbak op de dekzandrug in put 4 (AO-515 40 cm / -5,06 NAP en 51 cm / -5,17 NAP, basisveen respectievelijk E-horizont, afb. 25) bevatten vooral in het onderste monster zeer veel struikheipollen (55%). In het bovenste monster is dit afgenomen tot slechts 5%. Type 10 is een parasiet die op struikheide voorkomt en deze wordt eveneens in het onderste monster regelmatig aangetroffen, wat met de hoge struikheide waarden correspondeert. In beide monsters komt pollen van allerlei loofbomen (hazelaar, eik, iep, en linde) voor en worden hoge waarden van els (60%) aangetroffen. De den bereikt vrij lage waarden, slechts 10%. De hoge struikheide waarden in het onderste monster worden veroorzaakt door het feit dat struikheide in deze periode lokaal groeide op de dekzandrug (=lokale pollenneerslag op de monsterlocatie van de pollenbak, afb. 10). De aanwezigheid van T.3b (*Pleospora*) geeft de aanwezigheid van dode plantenresten aan, welke in een heideveen veel voorkomen.

In het bovenste monster (AO-515 40 cm / -5,06 NAP) worden meer kruiden gevonden die een indicatie kunnen zijn voor menselijke invloed zoals bijvoet (*Artemisia*) en akkerboterbloem (*Ranunculus arvensis*). Akkerboterbloem is een soort van vochtige, meestal kalkhoudende, zandige klei en komt vaak in graanakkers voor. Er zijn in het pollendiagram echter geen aanwijzingen voor graanverbouw in deze periode. Als gevolg van de stijgende grondwaterspiegel, wordt de struikheidevegetatie die ten tijde van het onderste pollenmonster op de dekzandrug aanwezig was, vervangen voor een elzenbroekbosvegetatie met in de poeltjes veel veenmos. In deze vegetatie komen ook veel moerasvaren, zeggen, watermunt en lisdodde voor. De dekzandrug werd langzaam door het basisveen overgroeid. Adelaarsvaren kon zich in deze periode op de resterende drogere stukken aan bosranden handhaven. In het bovenste monster zijn ascosporen gevonden van verschillende mestschimmels (als *Podospora* type, *Sordaria* type en *Cercophora* type), wat aangeeft dat er grote herbivoren foerageerden en mest produceerden in deze elzenbroekbossen. Microscopische houtskoolstukjes zijn in beide pollenmonsters gevonden, maar zijn vooral in het onderste monster zeer talrijk. Dit wijst op het voorkomen van vuur of brand ten tijde van de aanwezigheid van struikheidevegetatie op de dekzandrug.

Datering

Het onderste monster (51 cm / -5,17 NAP), E-horizont) dateert op basis van de polleninhoud in het Midden-Atlanticum (Laat-Mesolithicum). De ¹⁴C-dateringen van dennenhoutskool en een wortel uit de E-horizont van put 2 leveren twee dateringen op van 7755 ± 40 BP (6648-6482 v. Chr. bij twee sigma) en 6480 ± 35 BP (5509-5369 v. Chr. bij twee sigma),⁵⁰ die deze niveaus in het Vroeg/Midden-Atlanticum dateren. Deze dateringen komen dus goed overeen met de datering op basis van de polleninhoud. Op basis van de vergelijking met de pollenassemblages van kern 2 kan het bovenste monster (40 cm / -5,06 NAP, basisveen) in het begin van het Subboreaal (Midden-Neolithicum) gedateerd worden. De ¹⁴C-dateringen van berkenhoutskool, een dennenschub en worteltjes uit het basisveen van put 2 laten een ouderdom zien van 6945 ± 40 BP (5970-5733 v. Chr. bij twee sigma), 6205 ± 35 (5294-5052 v. Chr. bij twee sigma) en 5910 ± 35 BP (4894-4706 v. Chr. bij twee sigma) voor de basis van het basisveen en 4030 ± 35 BP (2829-

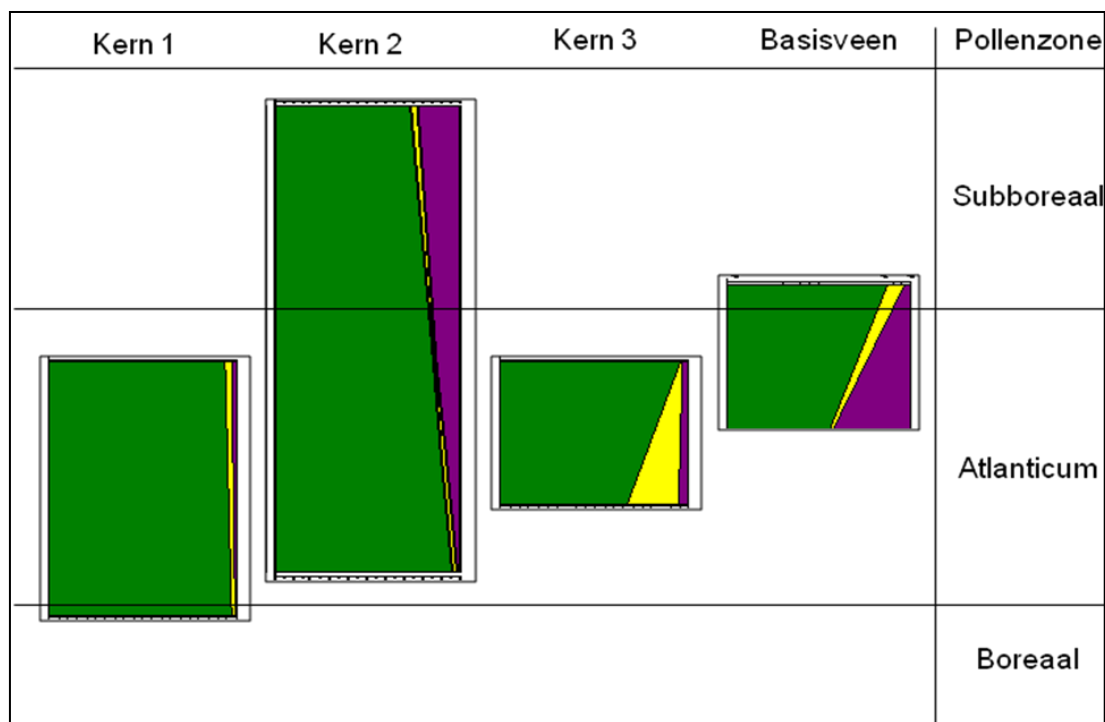
⁵⁰ Tabel 10 en Bijlage 3.



2471 v. Chr. bij twee sigma) voor wat hoger in het basisveen.⁵¹ De monsters uit de basis van het basisveen dateren dus in het Midden/Laat-Atlanticum, het monster daarboven in het Subboreaal. De datering van het bovenste pollenmonster zit hier tussenin.

Ruimtelijke vegetatiereconstructie op basis van het transect

Kwantitatieve pollenanalyse heeft de datering van de pollenmonsters verder kunnen verfijnen, waardoor er soms een verschil is in gewaardeerde ouderdom (tabel 7) en die in de pollendiagrammen. Afbeelding 26 geeft een beeld van hoe de pollenprofielen met elkaar in de tijd gecorreleerd kunnen worden en afbeelding 32 laat een schematische vegetatie reconstructie van het landschap zien.



Afb. 26. Correlatie van de hoofddiagrammen van de vier verschillende pollendiagrammen gerangschikt per pollenzone in de tijd.

Laat-Boreaal/Vroeg-Atlanticum (Midden/Laat-Mesolithicum)

Op hogere gronden (zoals de dekzandrug) was ten tijde van het Laat-Boreaal tot en met Vroeg- Atlanticum een dennenbos aanwezig met in de ondergroei wat struikheide. De vegetatie op de dekzandrug is een relict uit het laatglaciaal. Ook in het laatglaciaal bestond de vegetatie op de dekzandruggen uit den met in de ondergroei struikheide.⁵² Op de boorlocatie van kern 1 heeft zich in deze periode een ondiep veenmoeras gevormd waarin naast veenmos ook zeggen en algen aanwezig zijn. Deze vegetatie werd langzaam vervangen door een elzen-/wilgenbroekbos vegetatie met planten als bitterzoet, lisdodde, paardestaart, zeggen en varens. Op de boorlocatie van kern 2 bevond zich aan het begin van het Atlanticum ook een elzenbroekbos, hier echter voornamelijk met varens en grassen als riet en met minder wilg als op de locatie van kern 1. In ondiepe poeltjes in het broekbos kwamen algen en fonteinkruid voor. Er zijn veel palynologische aanwijzingen dat in deze elzenbroekbossen regelmatig grote herbivoren kwamen foerageren en hier hun mest deponeerden. In de regio ontwikkelde zich op de vochtige/drogere gronden een gemengd loofbos met eik, iep, berk en linde. Hazelaar en adelaarsvaren komen voor in de struikzone, aan bosranden en op open plekken in de bossen.

Menselijke invloed (Midden/Laat-Mesolithicum)

In de pollenmonsters zijn aanwijzingen gevonden voor het voorkomen van vuur of brand in het gebied in de vorm van microscopische houtskool (van Coniferen) en schimmels. Dit houtskool kan van antropogene activiteiten of natuurlijke (bosbranden) afkomstig zijn. In het geval van antropogene activiteiten kan gedacht worden aan het bewust afbranden van bos of in het geval van specifieke selectie van naaldhout,

⁵¹ Tabel 10 en Bijlage 3.

⁵² Bos & Janssen 1996, Bos 1998, Bos *et al.* 2006.



voor gebruik in haardkuilen. Een combinatie van zowel natuurlijke branden als menselijke activiteiten is eveneens mogelijk.

Midden-Atlanticum/Laat-Atlanticum (Laat-Mesolithicum, 1^e helft Midden-Neolithicum)

Ten tijde van het Midden-Atlanticum werd het dennenbos op de dekzandrug steeds meer vervangen door struikheidevegetatie (afb. 25). Op de flanken van de dekzandrug (boorlocatie kern 3) groeide adelaarsvaren. Op de boorlocatie van kern 1 en kern 2 heeft zich een elzenbroekbos ontwikkeld. Door de stijgende grondwaterspiegel zette de vernatting van het gebied door met als gevolg dat de vegetatie met adelaarsvarens op de flanken van de dekzandrug gedurende het Laat-Atlanticum verdween omdat het te nat werd. Er ontwikkelde zich eerst nog een vegetatie met meer zeggen en varens, maar uiteindelijk zou ook hier in de loop van de tijd zich een elzenbroekbos gaan ontwikkelen. Sporkehout komt in deze periode veel voor op natte tot vochtige, zure grond in lichte loofbossen en moerasbossen en op kapvlakten.⁵³ In de elzenbroekbossen kwamen veel grote herbivoren voor. In alle pollenprofielen uit deze periode zijn aanwijzingen in de vorm van verschillende mestschimmels (*Podospora* type, *Sordaria* type en *Cercophora* type) gevonden die er op kunnen wijzen dat grote herbivoren regelmatig deze bossen bezochten. In de regio bleef op de vochtige/drogere gronden een dicht gemengd loofbos met eik, iep, berk en linde aanwezig. Hazelaar en adelaarsvaren kwamen voor in de struikzone, aan bosranden en op open plekken in de bossen. Adelaarsvaren kwam in deze periode ook lokaal voor op de flanken van de dekzandrug, hier echter niet tezamen met hazelaar (afb. 24).

Menselijke invloed (Laat-Mesolithicum, 1^e helft Midden-Neolithicum)

Er zijn in alle monsters aanwijzingen gevonden voor het voorkomen van vuur of brand in het gebied. In de pollenmonsters van kern 1 is een klein beetje houtskool aanwezig. In kern 2 zijn naast veel houtskoolfragmentjes ook andere brandindicatoren (verkoalde veenmosblaadjes, pollen van hengel en de schimmel *Gelasinospora retispora*) gevonden. In de beide pollenmonsters van kern 3 zijn echter zeer grote hoeveelheden microscopische houtskoolfragmenten aangetroffen. In het bovenste monster waren zelfs sommige stukjes te herkennen als afkomstig van Coniferen en worden ook ascosporen van *Gelasinospora* gevonden. Verkoalde veenmos blaadjes kunnen als brandstof (turf) zijn gebruikt, maar ook van een natuurlijk brand afkomstig zijn. Ook in de pollenmonsters van het basisveen (afb. 25) zijn zeer hoge concentraties microscopisch klein houtskool gevonden wat aangeeft dat de hoogste concentraties van microscopisch houtskool en allerlei brandindicatoren gevonden worden in de profielen die het dichtst bij de dekzandrug zijn bemonsterd. De bron van deze branden moet dus op de dekzandrug gezocht worden. De dekzandrug zelf was in deze periode hoofdzakelijk begroeid met een struikheidevegetatie. Het talrijke voorkomen van sporkehoutpollen in kern 2 (308 cm / -6,72 NAP) - in monsters waar ook relatief grote aantallen houtskool en mestschimmels zijn gevonden - zou met menselijke invloed samen kunnen hangen en kunnen wijzen op de aanwezigheid van kapvlakten.

Subboreaal (Midden-Neolithicum)

Als gevolg van de stijgende grondwaterspiegel, werd de struikheidevegetatie die in het Midden-Atlanticum op de dekzandrug aanwezig was, vervangen voor een elzenbroekbosvegetatie met in de poeltjes veel veenmos. In deze vegetatie kwam ook veel moerasvaren, zeggen, watermunt en lisdodde voor. Vondsten van allerlei mestschimmels (als *Podospora* type, *Sordaria* type en *Cercophora* type) geven aan dat mogelijk grote herbivoren in het gebied foerageerden en mest produceerden in deze elzenbroekbossen. De dekzandrug werd langzaam door het basisveen overgroeid. Adelaarsvaren kon zich in deze periode op de resterende drogere stukken, tezamen met hazelaar, aan bosranden handhaven. Sporkehout komt voor op natte tot vochtige, zure grond in lichte loofbossen en moerasbossen en op kapvlakten. In de gehele regio ging zich in deze periode meer heidevegetatie met struikheide en kraaiheide ontwikkelen. Het landschap kreeg een meer open karakter. Op de hogere gronden bleef een gemengd eikenbos met linde, iep en berk aanwezig. Iep werd in mindere mate aangetroffen in deze bossen.

Menselijke invloed (Midden-Neolithicum)

In de pollenmonsters uit het subboreaal zijn nog steeds indicaties voor brand (houtskool en de schimmel *Gelasinospora retispora*) aangetroffen, echter wel in mindere mate als in de voorgaande perioden. Dit geeft aan dat branden (of menselijke activiteit) nog wel in het gebied voorkwamen maar dat dit waarschijnlijk signalen zijn van verder weg en niet van brand of vuur op de dekzandrug zelf. Wellicht heeft de mesolithische mens in deze periode de dekzandrug verlaten omdat het gebied steeds natter wordt en de

⁵³ Soortenbank, www.soorntenbank.nl



dekzandrug overgroeid raakt met basisveen. In de gehele regio gaat zich in deze periode meer heidevegetatie ontwikkelen, wat aangeeft dat het landschap langzaam opener wordt.

Of het opener worden van het landschap een natuurlijke of een door de mens veroorzaakte ontwikkeling is, is niet uit de pollendiagrammen af te leiden. Wel worden steeds meer kruiden gevonden die een indicatie kunnen zijn voor menselijke invloed zoals bijvoet, smalle weegbree en akkerboterbloem en adelaarsvaren. Deze laatste komt behalve in bosranden en op open plekken ook vaak voor op kapvlakten en op plaatsten waar recentelijk brand geweest is. De toename van adelaarsvaren zou dus eveneens het gevolg kunnen zijn van kap of brand elders in de regio.

6.3 Houtskool onderzoek

L.I. Kooistra

6.3.1 Inleiding

Opvallend voor het onderzoekgebieden eigenlijk de gehele regio Almere is het voorkomen van verkoolde plantenresten, waaronder houtskool in alle lagen. Houtskool kan een indicator zijn voor menselijke aanwezigheid, maar hier lijken op deze locatie geen duidelijke aanwijzingen voor de aanwezigheid van de mens te zijn op enkele vage archeologisch sporen en één vuurstenen kling na. Het is mogelijk dat de houtskool en verkoolde plantenresten op deze locatie het gevolg zijn van bosbranden, veenbranden en bliksemvloed. Om meer duidelijkheid te verkrijgen over de aard van het verkoolde materiaal, dat wil zeggen of de oorzaak van het verkolen natuurlijk of antropogeen is, zijn achttien grondmonsters met verkoolde resten uit put 2 voor houtskoolonderzoek geselecteerd (zie tabel 3 in hoofdstuk 3.2). De monsters zijn afkomstig uit zowel de holocene afzettingen als uit de pleistocene bodem.

Het houtskoolonderzoek, dat door BIAX *Consult* is uitgevoerd, heeft twee fasen gekend. In de eerste fase zijn alle achttien monsters geïnventariseerd. De specifieke vragen voor het inventariserende onderzoek waren:

- Bevatten de monsters houtskool?
- Is dit houtskool geschikt voor ¹⁴C-onderzoek?

Uit het inventariserend onderzoek is naar voren gekomen dat de houtskool uit de lagen geschikt was voor ¹⁴C-onderzoek (tabel 4, paragraaf 3.4; tabel 10 paragraaf 6.5). Tevens bleek dat tussen de stukjes houtskool van de pleistocene bodem verglaasd materiaal voorkwam dat wel als het afvalproduct van mesolithische teerwinning wordt gehouden.⁵⁴ Als deze veronderstelling juist is, vormt het verglaasde materiaal één van de weinige aanwijzingen voor mesolithische activiteiten op deze vindplaats. Om meer grip op de oorzaak van het verkoolde en verglaasde materiaal te krijgen, is tot analyse van zes van de achttien monsters besloten, aangevuld met drie monsters uit Begemannboringen. De geselecteerde monsters zijn afkomstig van de basis van het basisveen, de A-, de E- (tweemaal), de B- en de BC-horizont van de dekzandrug. De drie monsters uit de Begemannboringen zijn afkomstig uit A-horizonten van het dekzandpakket op de flank en in de laagte (bijlagen 1A en 1C).

De belangrijkste vraag in de analysefase is of de houtskool het gevolg is van antropogene activiteiten. Hiervoor is onder andere naar de aantasting van de verkoolde stukjes gekeken. Het gaat daarbij om aantasting van het hout voordat het verkoolde en om aantasting van het hout tijdens het verkolingsproces. Met name dat laatste speelt een rol bij het vaststellen of het verkoolde materiaal het gevolg is van antropogene handelingen of natuurlijke processen.

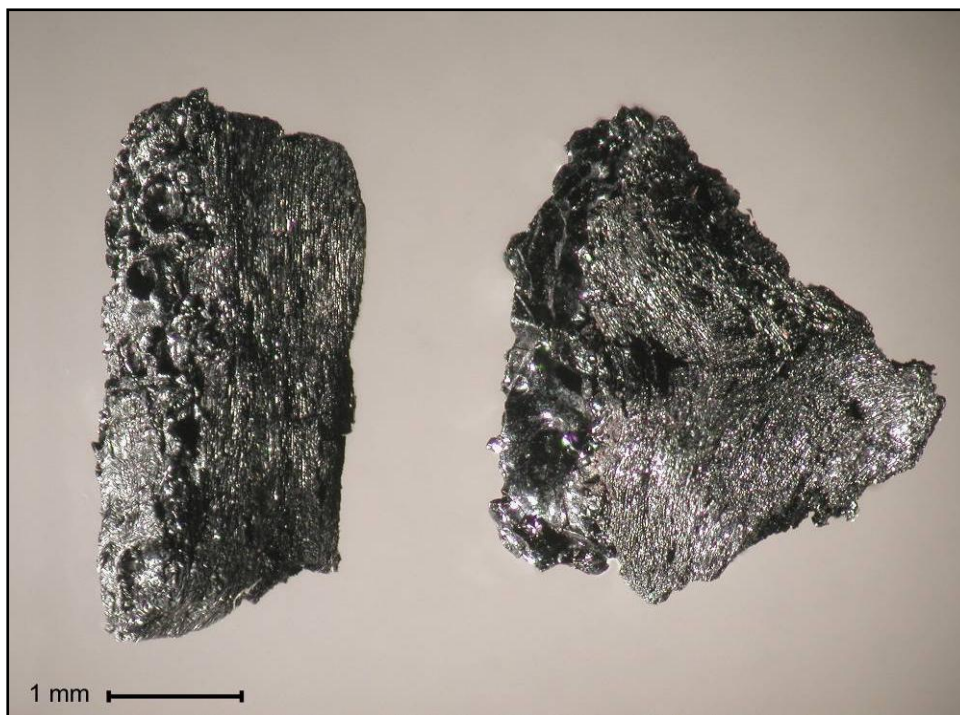
Als hout is aangetast voordat het verkoolde dan kan het schimmeldraden bevatten. Deze schimmeldraden blijven in verkoolde vorm bewaard. Hout kan ook al deels zijn vergaan op het moment dat het met vuur in aanraking kwam. De houtstructuur is in dat geval niet meer intact en dat is in het verkoolde hout zichtbaar.

Hout kan echter ook tijdens het verkolen vervormen. Dit is vaak afhankelijk van een combinatie van de verbrandingstemperatuur en de hoeveelheid zuurstof. Bij hoge verbrandingstemperaturen blijft alleen verregaand gesinterd houtskool over. Dit houtskool bevat (vrijwel) geen houtstructuur meer en bestaat bijna uitsluitend uit luchtholten die door zwarte strookjes kool aan elkaar verbonden zijn. Gesinterd houtskool ontstaat meestal als reeds gevormd houtskool opnieuw met zuurstofarm vuur in aanraking komt.

⁵⁴ Kooistra 2010a.



Bij lage temperaturen, tussen 340 en 370 °C (met een maximum van 400 °C), en onvolledige verbranding kan uit het hout van naaldbomen teer ontstaan.⁵⁵ Als de temperatuur niet gelijkmatig is en er ook hogere temperaturen dan 400 °C voorkomen, dan kan de eventueel gevormde teer verkolen. Dit materiaal ziet eruit als een verkoolde gesmolten massa dat dikwijls nog gehecht zit aan houtskool (zie afb. 27). In dit rapport wordt deze staat van houtskool met aangekoekte gesmolten teer, verglazing of verglaasde houtskool genoemd. Door de temperaturen waarbij dit teer kan ontstaan kan dit echter ook bij bijvoorbeeld een bosbrand ontstaan verglaasde houtskool kan daardoor ook een natuurlijke oorzaak hebben.



Afb. 27. Naaldhout met verglaasd kool (vnr. 442). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).

In het Mesolithicum was teer een belangrijke lijm die voor de fabricage van allerlei gereedschappen werd gebruikt. Wanneer monsters veel resten van verkoolde gesmolten massa bevatten, waaraan regelmatig verkoold naaldhout zit verkit, dan kan het gaan om een mesolithische productieplaats voor teer. De geselecteerde monsters zijn in de analysefase doorgekeken op de aanwezigheid van stukjes verkoolde, gesmolten massa die vaak een verkoold, verglaasd uiterlijk heeft.⁵⁶

⁵⁵ Braadbaart & Poole 2008; Hjulström *et al.* 2006; Koller *et al.* 2001; Kooistra *et al.* 2009; Kubiak-Martens *et al.* 2009 & 2010; Langer 1997.
⁵⁶ McParland *et al.* 2010.



Tabel 9. Resultaten houtskoolanalyse. Legenda: Bv = basisveen; Pl-A = pleistoceen dekzand A-horizont; Pl-E = pleistoceen dekzand E-horizont; Pl-B = pleistoceen dekzand B-horizont; Pl-BC = pleistoceen dekzand BC-horizont; Pl-C = pleistoceen dekzand C-horizont; N-C = het getal onder N-C geeft aan bij de hoeveelste determinatie de in de volgende kolom vermelde soort (taxon) voor de eerste maal in het monster is aangetroffen; Pinus = den; Alnus = els; Betula = berk; Salix = wilg; Chenopodium album = melganzenvoet; Galeopsis = hennepnetel; Menyanthes trifoliata = waterdriblad; Cyprinidae = karperachtige; Pisces = vis; + = aanwezig; ++ = tientallen; +++ = enkele honderden; ++++ = enkele duizenden.

Vnr.	Spoor	Laagtype	N-C	Soort	Det.	Staat	Deel	N fragm.	Gew. (in g)	Opmerkingen
442	4300	Bv	1	Pinus	.	v	indet.	44	0,234	veel stukjes lijken van stamhout
442	4300	Bv	8	Betula	.	v	indet.	7	0,032	veel stukjes lijken van stamhout, allen met schimmelraden
442	4300	Bv	76	Salix	.	v	indet.	1	0,001	met schimmelraden
442	4300	Bv		Pinus	gl.	v	indet.	20	0,242	ook stukjes met alleen naaldhoutstructuur
442	4300	Bv		Indet.	gl.	v	indet.	40	0,22	.
442	4300	Bv		Loofhout	.	v	indet.	3	0,011	ook beetje verglaasd, met schimmelraden
442	4300	Bv		Indet.	.	v	wortel	116	1,274	ook met beetje Pinus-structuur, enkele honderden fragmenten
442	4300	Bv		Indet.	.	v	schors	8	0,022	soms ook Pinushoutstructuur
442	4300	Bv		Pinus	.	v	kegelschub	4	0,022	.
442	4300	Bv		Indet.	.	o	wortel	++	-	tientallen fragmenten
442	4300	Bv		Chenopodium album	.	o	zaad	1	-	.
496	5100	Pl-A		Loofhout	.	v	indet.	3	0,002	.
496	5100	Pl-A		Indet.	.	v	wortel	100	0,353	enkele honderden verkoolde fragmenten
496	5100	Pl-A		Indet.	.	v	wortel	4	0,048	.
496	5100	Pl-A		Indet.	gl.	v	indet.	3	0,024	deels knoestig amorf, ook beetje sinterachtig
496	5100	Pl-A		Indet.	.	o	wortel	++++	.	enkele duizenden fragmenten
496	5100	Pl-A		Menyanthes trifoliata	.	o	zaad	.	.	.
445	5200	Pl-E	1	Pinus	.	v	indet.	37	0,446	veel lijkt stamhout, ook knoest, aangetast hout
445	5200	Pl-E		Pinus	gl.	v	indet.	3	0,017	.
445	5200	Pl-E		Indet.	gl.	v	indet.	7	0,067	.
445	5200	Pl-E		Indet.	gl.	v	wortel	2	0,005	w.o. ook Pinus
445	5200	Pl-E		Pinus	.	v	schors	2	0,009	.
445	5200	Pl-E		Indet.	.	o	wortel	+	.	.
446	5200	Pl-E	1	Pinus	.	v	indet.	20	0,112	.
446	5200	Pl-E	2	Alnus	.	v	indet.	1	0,019	.
446	5200	Pl-E		Pinus	gl.	v	indet.	3	0,061	.
446	5200	Pl-E		Indet.	gl.	v	indet.	9	0,096	.
446	5200	Pl-E		Indet.	.	v	wortel	5	0,166	ook 1x deels verkoold
446	5200	Pl-E		Pinus	.	v	kegelschub	7	0,026	.
446	5200	Pl-E		Indet.	.	o	wortel	++	.	ook veel wortelfragmenten met heel kleine diameters
446	5200	Pl-E		Galeopsis	.	o	zaad	1	.	.
446	5200	Pl-E		Cyprinidae	.	o	visschub	2	.	.
446	5200	Pl-E		Pisces	.	o	wervel	1	.	.
446	5200	Pl-E		Bot	.	o	indet.	1	.	.
449	5300	Pl-B	1	Pinus	.	v	indet.	42	0,256	veel hout aangetast voor verkolen
449	5300	Pl-B		Pinus	gl.	v	indet.	3	0,014	.
449	5300	Pl-B		Indet.	gl.	v	indet.	6	0,042	.
449	5300	Pl-B		Indet.	.	o	wortel	+	.	geen verkoolde wortels
453	5350	Pl-BC	1	Pinus	.	v	indet.	49	0,688	gaten in houtskool
453	5350	Pl-BC		Pinus	gl.	v	indet.	18	0,418	veel hout aangetast voor verkolen
453	5350	Pl-BC		Indet.	gl.	v	indet.	4	0,084	3x knoestig
453	5350	Pl-BC		Indet.	.	v	wortel	2	0,004	.
453	5350	Pl-BC		Indet.	.	o	wortel	++	.	een tiental

6.3.2 Resultaten

De resultaten van de inventarisatiefase staan in de bovenstaande tabel 8, die van de analysefase in de opvolgende tabel 9.⁵⁷ De resultaten worden in stratigrafische volgorde besproken, beginnende met de bovenste en theoretisch jongste laag (Bijlage 1B). Eerst worden echter enkele algemene opmerkingen over de conservering gemaakt.

Conservering

De dichtheid aan houtskool in de monsters uit put 2 is laag, in 3,125 liter grond (25 x 25 x 5 cm) is met uitzondering van het monster uit de basis van het basisveen (vnr. 442), niet meer dan 3 gram verkoold materiaal aangetroffen. Het is aannemelijk dat het in de monsters met weinig kool gaat om houtskool dat als zwerfvuil in het landschap aanwezig was.⁵⁸ Het gegeven dat de houtskool-fragmenten vrij klein waren, wijst ook al in die richting. De stukjes waren echter niet afgerond door water of wind, waardoor het niet aannemelijk is dat ze lange tijd aan het oppervlak of in water hebben gelegen. Het lijkt er eerder op dat ze min of meer ter plaatse uiteengevallen zijn, omdat de randen en hoeken van de stukjes scherp zijn. In dat geval waren de stukjes bij depositie van origine groter en zijn ze als gevolg van de in de loop van de tijd opeenstapelende sedimenten door mechanische druk in kleinere stukjes uiteen gevallen. In het veenmonster kwamen veel stukjes houtskool en verkoilde wortelfragmenten voor. De houtskoolfragmenten waren net als in de andere monsters niet groot en mechanische druk zou ook hier de oorzaak van de fragmentatiegraad kunnen zijn.

Hoewel de fragmenten houtskool klein waren, waren ze meestal wel goed te determineren. Door de geringe grootte was meestal niet meer te achterhalen welke onderdelen van bomen of struiken verkoold waren. Opvallend vaak was het verloop van de jaarringen niet gebogen maar recht. Het is daarom aannemelijk dat in de meeste gevallen hout van stammen of dikke takken is verkoold. Daarnaast kwamen in bijna alle monsters, met uitzondering van de boommonsters, eenzelfde type verkoilde en onverkoilde wortels voor, met diameters van minder dan één centimeter. Wortelhout is evenwel zelden soortspecifiek en op deze vindplaats kon de houtsoort niet worden achterhaald. Een deel van het hout was aangetast voordat het verkoilde, waardoor de houtcellen hun stevigheid hadden verloren en de houtstructuur was samengedrukt. Deze vervormingen zijn in verkoilde vorm bewaard gebleven. Er is eenmaal mogelijk gesinterd houtskool aangetroffen. Daarentegen kwamen in vrijwel elk monster van werkput 2 stukjes in kool gestolde glazige massa voor. Temperatuurmetingen verricht door prof. J.J. Langer aan vergelijkbare stukken houtskool van vindplaats Knooppunt Hattemberbroek en Tunnel Drontermeer maken aannemelijk dat de verbrandings-temperaturen bij het verkolen niet al te hoog waren.⁵⁹



Afb. 28. Wortelfragmenten verkoold, half verkoold en onverkoold uit de basis van het basisveen (vnr. 442).

Foto: M. van Waijen (BIAX Consult).

⁵⁷ Voor het rapport over de resultaten uit de inventarisatiefase zie Kooistra 2010a.

⁵⁸ De term zwerfvuil is door Bakels (1991) gedefinieerd. Zwerfvuil bestaat uit deeltjes die onafhankelijk van de andere aanwezige deeltjes in een bepaald feature terecht komen. Deze definitie komt overeen met die van de Poissonverdeling in de statistiek. Onderzoek aan zwerfvuil levert informatie op over de algemene, veel voorkomende activiteiten die gedurende een langere periode op een nederzettingsterrein hebben plaatsvonden (Kooistra 1996).

⁵⁹ Kooistra *et al.* 2009; Kubiak-Martens *et al.* 2010.



De basis van het basisveen (vnr. 442)

Het monster bevatte veel houtskool, voornamelijk van den (*Pinus*). Een enkele keer is berk (*Betula*) aangetroffen en eenmaal wilg (*Salix*). Bijna de helft van de houtskool van den bevatte verglaasde delen (afb. 27). Vaak was de verglazing nog nauwelijks begonnen, maar er kwamen ook stukken voor met nog slechts enkele intacte houtcellen en stukken waarin geen houtstructuur meer was te ontdekken. Naast het in verschillende stadia verkoolde hout van den, zijn enkele schubben van dennenkegels aangetroffen. De aanwezigheid van zowel deze kegelschubben als de houtskool doen vermoeden dat ter plaatse dennen voorkwamen, hoewel niet valt uit te sluiten dat takken met dennenkegels als brandstof voor een vuur zijn gebruikt. In dat laatste geval stonden er in ieder geval dennen in de nabije omgeving.

Naast de vele stukjes houtskool viel dit monster op door de vele verkoolde wortelfragmenten met diameters tot één centimeter. Dit type wortelfragmenten was ook in half verkoolde vorm en in onverkoolde vorm in het monster aanwezig (zie afb. 28). Wortelhout is meestal niet te determineren en dat gold ook voor dit materiaal. Gezien het voorkomen van zowel verkoolde als onverkoolde wortels van hetzelfde type, wordt aangenomen dat deze wortels in de grond aanwezig waren toen door brand een deel ervan verkoolde.

De A-horizont op de dekzandrug (vnr. 496) en in de boringen

In de A-horizont op de dekzandrug (vnr. 496) kwamen slechts enkele stukjes houtskool en deels gesinterd kool voor die niet op naam waren te brengen. Opvallend waren niet de stukjes houtskool maar de duizenden onverkoolde wortelfragmenten, met daartussen enkele honderden verkoolde fragmenten (zie afb. 29). Het gaat hier om dezelfde type wortelfragmenten als die in de basis van het basisveen (vnr. 442). In het monster is één zaadje van waterdrieblad (*Menyanthes trifolia*) gevonden.

De A-horizonten op de flank en de laagte hebben in het geheel geen houtskool, noch verkoolde wortels opgeleverd. De worteltjes in de boorkernen waren veel dunner en leken afkomstig uit het afdekkende veenpakket.



Afb. 29. Wortelfragmenten verkoold, half verkoold en onverkoold uit de A-horizont (vnr. 496). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).

De E-horizont (vnr. 445 en 446)

De twee monsters uit de E-horizont op de dekzandrug bevatten tussen de ruim dertig en vijftig stukjes houtskool en slechts enkele verkoolde wortelfragmenten vergelijkbaar met die in de erboven gelegen A-horizont (vnr. 496) en de basis van het basisveen (vnr. 442). Hoewel de beide monsters een vergelijkbaar beeld opleveren zijn er ook verschillen. In vondstnummer 445 is alleen houtskool van den aangetroffen, waarvan enkele stukjes deels verglaasd waren. Het residu van vondstnummer 446, dat van een dieper niveau dan dat van vondstnummer 445 afkomstig was, bevatte enkele tientallen grindsteentjes. In dit diepere monster uit de E-horizont is naast den ook eenmaal houtskool van els (*Alnus*) aangetroffen. Er zijn meer verschillen met het bovenste monster uit de E-horizont. Niet alleen zijn er meer verkoolde en onverkoolde wortelfragmenten met heel kleine diameters aanwezig, er kwamen ook enkele vissschubben, een viswervel en een stukje bot in het monster voor.

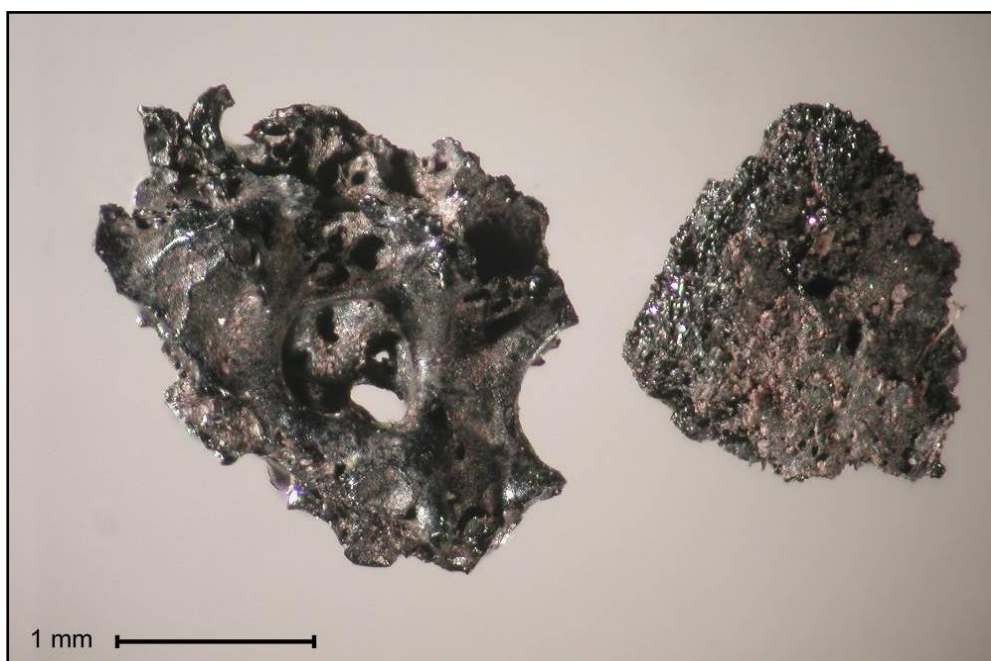


De B-horizont (vnr. 449)

Het monster van de B-horizont bevatte alleen enkele tientallen fragmenten houtskool van den, waarvan een klein deel verglaasd was. Opvallend was dat veel van het dennenhout al vervormd was voordat het verkoolde. Dat wil zeggen dat de stevigheid uit het hout was waardoor houtstralen niet meer recht waren maar een zigzaggend verloop hadden. Er kwamen geen verkoolde wortelfragmenten in het monster voor. Wel waren enkele onverkoolde wortels aanwezig

De BC-horizont (vnr. 453)

In tegenstelling tot de monsters van de A-, E-, en B-horizonten, die afkomstig zijn van hogere niveaus in de segmentkolom van vak 519, bevatte het monster uit de BC-horizont (vnr. 453) en het eronder gelegen monster uit de C-horizont (vnr. 454, niet geanalyseerd) veel meer houtskool. De houtskoolstukjes waren aangetast met bruine stof (mogelijk humeus materiaal) uit de bodem. Hoewel de aantallen stukjes houtskool veel hoger zijn, is de samenstelling gelijk aan die in de hogere niveaus. Den, verglaasde den en verglaasde kool (afb. 30) waren in het monster aanwezig. Er zijn ook amorf stukjes kool in het monster aangetroffen. Daarmee wordt kool bedoeld waar geen structuur meer in te herkennen. Hoe het uitgangsmateriaal eruit zag en op welke manier het materiaal is verkoold is dus onduidelijk. Deze stukjes lijken geen vervloeiende massa, noch gesinterd materiaal te bevatten.



Afb. 30. Verglaasde kool uit de BC-horizont (vnr. 453). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).

6.3.3 Discussie

De resultaten van het houtskoolonderzoek worden samen met de resultaten van het ^{14}C -onderzoek (zie tabel 10 paragraaf 6.5 en bijlage 3) besproken. Gezien de vele stukjes houtskool en de vele verkoolde wortelfragmenten werd in eerste instantie gedacht dat in de basis van het basisveen een brand had gewoed. De ^{14}C -resultaten wijzen echter uit dat de verkoolde (en onverkoolde) wortels in de basis van het basisveen en in de A- en E-horizont van het pleistocene dekzand van jongere datum zijn dan de gedateerde kegelschubben(den) uit het zelfde monster en wellicht van een hoger niveau in het veen afkomstig zijn. De wortels dateren uit het Midden-Atlanticum en beslaan de periode op de overgang van het Mesolithicum naar het Neolithicum.

De kegelschubben van den uit de basis van het basisveen dateren tussen 5970 en 5733 voor Chr.60 Dit is een periode dat de den nog in het Atlantische bos voorkwam en de mens nog jager-verzamelaar was. Naast den is in dit pakket ook een weinig berk en wilg aangetroffen. Het gaat hier om boomsoorten die men in deze tijd kan verwachten en met uitzondering van wilg zijn deze soorten ook bij het

⁶⁰ Alle in de tekst genoemde ^{14}C -dateringen hebben een waarschijnlijkheid van 95,4% (2 sigma, KIA42476; 6945± 40).



pollenonderzoek aangetroffen.⁶¹ Het aandeel dennenstufmeel in het basisveen is echter laag ten opzichte van de aanwezigheid daarvan in het pleistocene dekzand en dat lijkt in tegenspraak met de vele stukjes houtskool van den in de basis van het basisveen.

Er zijn drie verklaringen voor deze discrepantie denkbaar: 1. houtskool uit een pleistoceen pakket is afgezet bij een overstroming, 2. de laag waarin de houtskool is aangetroffen is geen basisveen of 3. dode dennenbomen die op het pleistocene zand stonden zijn verbrand toen er al veen was geaccumuleerd. De laatste verklaring is niet aannemelijk omdat er ook kegelschubben van den zijn verkoold. De aanwezigheid hiervan duidt eerder op levende bomen of bomen die nog maar net waren doodgegaan, maar niet op bomen die al enige tientallen jaren dood waren. De eerst genoemde verklaring is ook niet aannemelijk omdat verspoeld houtskool afgeronde vormen heeft en dat was hier niet het geval. Het lijkt er eerder op dat de houtskool in de basis van het basisveen niet samenvalt met de periode van veenaccumulatie, maar bij de periode hoort dat het pleistocene dekzand nog droog lag.

Er is veel verglaasd materiaal in het monster uit de basis van het basisveen (vnr.442) aangetroffen, meer dan niet verglaasd dennenhoutskool (zie tabel 9). In hoofdstuk 2 is aangegeven dat verglaasd en verkoold naaldhout (incl. dennenhout) een aanwijzing is voor teerwinning. Natuurlijk komt dergelijk verglaasd materiaal ook voor wanneer een dennenbos door brand verwoest wordt, maar het is aannemelijk dat het percentage verglaasd materiaal dan lager is doordat bij een bosbrand veel minder controle op de temperatuur van het vuur bestaat.⁶² De meest waarschijnlijke verklaring lijkt te zijn dat de houtskool in vondstnummer 442 het resultaat is van menselijke activiteiten. Misschien lag de houtskool niet meer in situ en is de plaats van handelen elders geweest. Toch zal, gezien de afwezigheid van verweringsverschijnselen, de houtskool niet over grote afstand zijn verplaatst.

In het pleistocene dekzand kwam de houtskool op verschillende diepten voor. Het gaat steeds om eenzelfde samenstelling aan verkoold materiaal, te weten houtskool van den en verglaasd materiaal dat indien het determineerbaar is den of naaldhout bevat. Er zijn twee opvallende zaken. Ten eerste kwam in de laag die met E-horizont is aangeduid (vnr. 446) naast den houtskool van els voor, alsmede grind en enkele viswervels. Ten tweede is in de monsters uit de diepere lagen in het pleistocene dekzand (de BC- en C-horizont) meer houtskool aangetroffen dan in de bovenste lagen van het pleistocene dekzand. De houtskool in deze diepere lagen was bovendien bedekt met bruine stof (humeus materiaal), dat niet in de monsters van hogere niveaus voorkwam. Deze bruine stof zal moderhumus zijn, die vaak in natte B- of B/C-horizonten voorkomt, hetgeen in ieder geval laat zien dat de bodemvorming hier ouder is dan het houtskool. Wel kwam ook in de monsters uit de diepe lagen van het pleistocene dekzand verglaasd dennenhoutskool voor. Op basis van deze waarnemingen kan verondersteld worden dat er nog een ouder oppervlak geweest zou kunnen zijn, waarvan de genoemde BC-horizont het loopvlak is geweest. Een verklaring voor het grind in monster 446 zou kunnen zijn dat dit oud oppervlak op een goed moment overstroomd is waarbij grind is afgezet; de kans echter dat het om een gecontamineerd monster gaat is veel groter.⁶³ De ¹⁴C-dateringen passen goed bij de voorgenoemde hypothese. De houtskool uit de B-, BC- en C-horizonten dateert uit het negende en tiende millennium voor Chr., die uit de basis van het basisveen A-, E-horizont dateert uit het zesde of zevende millennium voor Chr.

Uit het ¹⁴C-onderzoek blijkt dat de diepe niveaus in het pleistocene dekzand een preboreale (laat-paleolithische) ouderdom hebben. Karakteristiek voor de vegetatie van het Preboreaal waren dennen- en berkenbossen. De daaropvolgende periode, het Boreaal (van ca. 8000 tot 7000 v.Chr.), was niet in de houtskool vertegenwoordigd. De eindfase van deze periode is mogelijk wel in het pollenbeeld vertegenwoordigd.⁶⁴ Uit dit onderzoek en de vele andere palynologische onderzoeken in Nederland is naar voren gekomen dat de karakteristieke vegetatie in het Boreaal, dennenbos was. De hoger gelegen niveaus in het dekzand van Almere (Maatweg-Meesweg) dateren echter uit de eerste helft van het Atlanticum. Het dennenbos maakte in deze periode geleidelijk aan plaats voor een gemengd loofbos. Hoewel uit het palynologisch onderzoek blijkt dat het dennenbos in de loop van het Atlanticum verdween,⁶⁵ blijkt daar niets van uit het houtskoolonderzoek.

⁶¹ Zie paragraaf 6.2.

⁶² Er worden binnenkort monsters genomen uit recent door brand verwoeste dennenbossen om een idee van het percentage verglaasd materiaal bij een natuurlijke brand te verkrijgen.

⁶³ Het monster bevatte tevens visresten. Het is zeer onwaarschijnlijk dat die op deze plaats geconserveerd zijn. Het materiaal kan door scheuren in de mariene afzettingen naar beneden zijn gezakt.

⁶⁴ Zie paragraaf 6.2.

⁶⁵ Zie paragraaf 6.2.

Het onderzoek aan de vindplaats Hattemerbroek heeft eenzelfde resultaat opgeleverd. De houtskool van den werd daar in haardkuilen aangetroffen toen in de vegetatie de den niet meer de belangrijkste boomsoort was.⁶⁶ Daar was de mesolithische mens de oorzaak van de verschillen. Het lijkt er sterk op dat de mens ook de oorzaak van de vele stukjes dennenhoutskool in Almere was, in een tijd dat den niet meer de belangrijkste boomsoort in het Atlantische bos was.

6.4 Micromorfologie⁶⁷

K. van Kappel en R. Exaltus

De monsters verzameld voor dit onderzoek waren afkomstig uit de pollenbakken met vondstnummers 527 en 528. Pollenbak 527 was horizontaal geslagen en de top van de bak zat op een diepte van -5,76 NAP. Pollenbak 528 was verticaal geslagen en de top van de bak bevond zich op een hoogte van -5,56 NAP. Deze waren afkomstig uit het zuidprofiel van put 1. In dit deel van het profiel is in het bovenste deel van het dekzand (bovenste 10 – 15 cm) een zeer onregelmatig, “kronkelend” wit zandbandje waargenomen, dat over een lengte van enkele meters te volgen is en zich plaatselijk opsplijst in twee bandjes (zie ook § 5.3 en afb. 21).



Afb. 31. Pollenbakken 527 (rechts) en 528 (links) in zuidprofiel put 1.

Bij het slijpplaatonderzoek zijn 6 verschillende lagen onderscheiden:

Laag 1: deze laag bestaat overwegend uit zeer fijn zand waarin de zandkorrels van elkaar gescheiden worden door een grote hoeveelheid tussenliggend organisch materiaal. Dit type materiaal komt altijd bovenin de top van het zand voor en wordt vaak afgedekt door veen. Er zijn talrijke goed geconserveerde plantenresten aangetroffen. De plantenresten vertonen sporen van afronding. Langgerekte plantenresten liggen horizontaal.

Laag 2: bestaat uit een zandmassa waarin de zandkorrels van elkaar gescheiden worden door tussenliggende ruwe humus. De ruwe humus bestaat uit sterk veraard organisch materiaal en lijkt voor een belangrijk deel uit de afbraakresten van planten te bestaan. Slechts hier en daar komt enige moderhumus voor. Op 8 en 19 cm onder de top van het bemonsterde profiel ligt in deze laag een circa 5 mm dik laagje schoon zand met daarop een circa 5 mm dik laagje sterk veraarde plantenresten. Deze zijn van dezelfde grootte en samenstelling als de plantenresten die de ruwe humus vormen in het bovenliggende zand. De monsters uit pollenbak 527 zijn speciaal genomen om dit laagje over een langer traject te bemonsteren. Het blijkt hierbij om een eenvormig verschijnsel te gaan waarin nauwelijks enige variatie is vast te stellen. Onderin laag 2 is pyriet gevormd.

Laag 3: bestaat uit een zandmassa waarin de zandkorrels van elkaar gescheiden worden door plantenresten en tussenliggende ruwe humus die regelmatig is afgebroken tot moderhumus.

Laag 4: bestaat uit een zandmassa met organische resten die geheel of gedeeltelijk zijn afgebroken tot moderhumus. Dergelijke moderhumus vormt vaak de vulling van graafgangen.

⁶⁶ Kooistra 2009.

⁶⁷ Samenvatting door J.J.W. de Moor .



Laag 5: bestaat uit zandkorrels met in meer of mindere mate ontwikkelde huidjes van stofhumus en ijzer. De zandkorrels zijn niet aaneen gekit. Op de overgang van deze laag met de onderliggende laag komt een opgevulde graafgang met restanten moderhumus en een brokje houtskool voor.

Laag 6: bestaat uit vrijwel schoon, kalkloos, onregelmatig los gepakt zand van ongesorteerde korrels. De korrels zijn matig tot sterk afgerond. Qua monsters uit pollenbak 527 zijn speciaal genomen om dit laagje over een langer traject te grootte ligt ongeveer 60 % van de korrels tussen 150 – 210 μm (matig fijn) en ongeveer 30 % tussen 210 – 300 μm (matig grof). Ongeveer 10% behoort tot een fijnere of een grovere klasse met uitlopers tot 40 en 800 μm .

De basis van het bemonsterde profiel bestaat uit schoon zand dat geïnterpreteerd wordt als de C- horizont (laag 6). De C-horizont gaat geleidelijk over in de BC-horizont (laag 5). De BC-horizont is ontstaan in een zuurder milieu waardoor podzolering kon plaatsvinden. Hierdoor is humus vanuit de bovenliggende B-horizont vervloeid en als huidjes rondom de zandkorrels afgezet. De B-horizont bestaat uit een moder B-horizont (laag 4). Moderhumus wordt gevormd door de excrementen van bodemdieren en vormt vaak de vulling van graafgangen. De moder B-horizont gaat geleidelijk aan over in een laag waarin de zandkorrels gescheiden worden door ruwe humus. De ruwe humus lijkt voornamelijk te bestaan uit sterk veraard organisch materiaal. De plantenresten komen in alle stadia van afbraak voor. De laag wordt geïnterpreteerd als de oorspronkelijke top van het dekzand, de A-horizont (laag 3). Op deze laag ligt een enkele millimeters dik zandlaagje bestaande uit schoon fijn zand. Naar alle waarschijnlijkheid vormt dit zandlaagje een spoellaagje dat is ontstaan tijdens een plotselinge overstroming in het zandgebied. Hierbij is het bovenste laagje zand opgewerveld waarbij het zand en de tussenliggende humusdeeltjes van elkaar gescheiden zijn. De relatief zware zandkorrels zijn direct weer bezonken terwijl de veel lichtere humusdeeltjes nog wat langer door het water in suspensie werd en gehouden. Vervolgens zijn deze als een dun, donker laagje op het schoon gewassen zand bezonken. Deze gebeurtenis leidde de vernatting van het landschap in. Dit blijkt uit het snel afnemen van de hoeveelheid moderhumus in het zand boven het spoellaagje en uit de aanwezigheid van pyriet in laag 2. Pyriet ontstaat onder natte en zuurstofloze condities waarin ijzer-zwavel-verbindingen ontstaan. Waarschijnlijk is het zand boven het spoellaagje van elders aangevoerd tijdens een volgende (fase van de) overstroming. Hierbij is het materiaal waaruit laag 2 bestaat van een hoger gelegen deel van het dekzandlandschap afgespoeld en vervolgens als het ware als een dunne deken over lager gelegen delen van het dekzandlandschap uitgespreid. Doordat hierin opnieuw een A-horizont ontstond (zij het onder iets nattere en zuurdere omstandigheden), is deze laag met het blote oog niet te onderscheiden van de A-horizont onder de spoellaag. Aan de top van de nieuwe A-horizont ligt eveneens een spoellaagje dat uit schoon zand met daarop een laagje humus, bestaat. De goed geconserveerde afgeronde plantenresten in de top van het bemonsterde profiel geven aan dat deze laag de top vormt van een waterbodem waarin het zand enigszins werd opgewerveld en heen en weer bewoog. Hierdoor kwamen tussen de zandkorrels, goed geconserveerde, afgeronde plantenresten terecht.

6.5 Resultaten ^{14}C -dateringen⁶⁸

Discussie omtrent de dateringen

Door Kooistra is gewezen op de vreemde samenstelling van monster 446. Dit bevat namelijk grindjes, meer verkoolde en onverkoolde wortelfragmenten dan monster 445 uit dezelfde bodemhorizont, enkele visschubben, een viswervel, visbot en houtskool van els. De inhoud van dit monster wekt daarom het vermoeden dat het gecontamineerd is geraakt, mogelijk tijdens het nemen van het monster. De monsterlocatie bevindt zich namelijk vlak onder vlak 1 en diverse grote verstoringen van het veen door Zuiderzee-afzettingen bevinden zich in de nabijheid. Dit maakt de datering van dit monster op zijn minst dubieus en daardoor onbruikbaar. Voor het algehele beeld van de dateringsequentie heeft dit echter geen gevolgen.

Uit het ^{14}C -onderzoek blijkt dat de houtskool in de basis van het basisveen en in de bovenste lagen van het dekzand uit het zesde en zevende millennium voor Chr. (eerste helft Atlanticum, Midden- en Laat-Mesolithicum) afkomstig is. Het houtskool uit het basisveen in put 1 is dan ouder dan het basisveen zelf. Volgens De Moor is dit houtskool ingespoeld in het veen nadat er al erosie op de flank van de dekzandrug heeft plaatsgevonden. Kooistra heeft weliswaar geen aanwijzingen voor de typische slijtage van waterwerking op houtskool, maar haar monsters komen uit put 2 waar de top van het zand beduidend hoger ligt. Ook de dateringen komen uit put 2.

⁶⁸ In tabelvorm gezet door L.I. Kooistra, voor het rapport van de dateringen zie bijlage 3, voor de context van het houtskool zie bijlage 1B.



Kooistra stelt vast dat in de diepere lagen van het dekzand (de zogenoemde BC- en C-horizonten) meer houtskool voorkomt dan in de bovenste lagen van het dekzand. Dit houtskool dateert uit het negende en tiende millennium voor Chr. (Preboreaal, Laat-Paleolithicum) en heeft een opmerkelijk kenmerk. Het is namelijk voorzien van bruine (moder) humusstof. De datering in combinatie met de diepte waarop dit houtskool is aangetroffen en de humusstof leidde haar tot de conclusie dat mogelijk na het negende millennium voor Chr. opnieuw zand is afgezet, waarna het gebied opnieuw door mensen in gebruik is genomen. In het landschappelijk onderzoek is echter geen aanwijzing gevonden voor het opnieuw afzetten van zand. De Moor heeft daarom een andere verklaring voor de diepte waarop het houtskool is gevonden in combinatie met de ouderdom van de datering van dit houtskool. Volgens hem is de datering van het oudere houtskool gekoppeld aan de aanwezigheid van humusstof rondom het houtskool. Het houtskool dateert namelijk van vóór de podzolvorming. De podzolvorming treedt op bij een volledig begroeide situatie en het duurt geruime tijd om een bodem zoals aangetroffen op de dekzandrug te vormen. Het houtskool was al aanwezig, maar is vervolgens door latere bodemvorming met humusstof bedekt. De spreiding van de houtskool door de bodem kan verklaard worden door bioturbatie of het proces van *trampling*, waarbij door trillingen in de bodem (door het belopen van een oppervlak, door mens en/of dier) materiaal naar beneden kan worden verplaatst. De spreiding van materiaal in de bodem is een bekend fenomeen en is recentelijk bijvoorbeeld weer zeer duidelijk waargenomen bij de opgraving van de N23, waarbij vuursteen ook tot onder in de B-horizont voorkomt, terwijl het daar ook een intact bodemprofiel betreft. Er is daar in de BC/C echter niet meer vuursteen aangetroffen dan bovenin het profiel, zoals hier het geval is met het houtskool wat komt door de lokale situatie van een wel of niet makkelijk doordringbare Bhs. Er zou dan ook een verschil in grootte van de fragmenten van houtskool moeten zijn: hoe dieper hoe kleiner, hoe groter hoe hoger. Naar de absolute afmetingen van de fragmenten is echter geen onderzoek gedaan, maar het betreft in dit onderzoek allemaal macroscopisch houtskool. Daarnaast is mogelijk door bioturbatie ook materiaal in de bodem verplaatst, in het profiel waren duidelijk sporen van bioturbatie in de B- en BC-horizonten te zien. Deze bioturbatie wordt ook bevestigd door het micromorfologisch onderzoek, dat aangeeft dat in de B- en BC-horizonten moderhumus voorkomt. Moderhumus wordt gevormd door de excrementen van bodemdieren en vormt vaak de vulling van graafgangen. De discussie tussen beide specialisten over dit tweede onderwerp is nog niet afgesloten, maar geen van beide theorieën kan bevestigd of ontkracht worden met de data van het huidige onderzoek.

Tabel 10. Overzicht van de ^{14}C -dateringen. Legenda: Bv = basisveen; b-Bv = onderkant basisveen; Indet = plantensoort onbekend; o = onverkoold; PI = pleistoceen dekzand; A, E, B, BC, C = de verschillende horizonten in het dekzand; v = verkoold. In grijs het waarschijnlijk gecontamineerde monster.

Vondst nr.	Vak	Laag-type	^{14}C - materiaal	Soort	Gewicht (in g)	Lab-nr.	^{14}C -dat. in BP	Kal. dat. in j. v. Chr. (95,4%)
494	25x25	Bv	houtskool	Berk	0,020	KIA42482	4030 ± 35	2829-2471
442	519	b-Bv	wortel (o)	Indet.	0,028	KIA42474	5910 ± 35	4894-4706
		b-Bv	wortel (v)	Indet. (5x)	0,158	KIA42475	6205 ± 35	5294-5052
		b-Bv	schub (v)	Den	0,022	KIA42476	6945 ± 40	5970-5733
496	25x25	PI-A	wortel (v)	Indet. (4x)	0,048	KIA42483	5545 ± 35	4452-4341
445	519	PI-E	houtskool	Den	0,073	KIA42477	7755 ± 40	6648-6482
446	519	PI-E	wortel (v)	Indet. (1x)	0,030	KIA42478	6480 ± 35	5509-5369
500	25x25	PI-B	houtskool	Den (4x)	0,025	KIA42482	9095 ± 45	8441-8239
450	519	PI-B	houtskool	Den	0,075	KIA42479	9970 ± 50	9745-9300
453	519	PI-BC	houtskool	Den	0,053	KIA42480	9830 ± 45	9308-9255
454	519	PI-C	houtskool	Den	0,056	KIA42481	9885 ± 50	9644-9252



7 Synthese en Conclusies

M. Opbroek en E. Lohof

7.1 Inleiding

Tijdens en na het veldonderzoek was duidelijk geworden dat op de locatie van de proefputten geen vuursteenconcentraties of duidelijke antropogene grondsporen aanwezig waren. Slechts drie dubieuze sporen, een kling en een chip wezen op menselijke aanwezigheid en dan meer van een passerende aard (waarbij incidenteel bijvoorbeeld de kling is verloren) dan een langduriger verblijf of regelmatige terugkeer naar deze locatie. Theoretisch had deze locatie een hoge verwachting omdat het om een hoge en langdurig droge dekzandrug gaat, gelegen in een gebied nabij water, waar zeer diverse voedselbronnen aanwezig waren. De vraagstellingen van het onderzoek richtten zich daarom bij de uitwerking voornamelijk op het verklaren van de afwezigheid van menselijke sporen van gebruik of het niet aantreffen hiervan.

Daarnaast werd een geheel nieuwe richting van onderzoek ingeslagen met betrekking tot het mogelijke landschappelijke gebruik van de locatie door mesolithische mensen. In alle lagen in de proefputten en de boringen werd relatief veel microscopisch en macroscopisch houtskool aangetroffen. Dit is een fenomeen wat in de gehele gemeente Almere steeds weer is vastgesteld in de talloze boringen die er zijn gezet.⁶⁹ In grote delen van Nederland wordt houtskool vaak gezien als een indicator voor menselijke aanwezigheid. In de regio Almere kan hier echter niet zonder meer van worden uitgegaan zonder aanvullende indicatoren zoals vuursteen of hazelnootdoppen.

De oorsprong van dit houtskool en de betekenis of interpretatie die aan deze vondstklasse kan worden toegeschreven is echter nog niet duidelijk. Het houtskool zou te maken kunnen hebben met natuurlijke branden of met branden die zijn aangestoken door de mens in een vorm van flora en/of fauna beheer. De gemeente Almere is met een regionaal onderzoek naar dit fenomeen gestart en met de uitwerking van het huidige onderzoek wordt getracht hieraan een bijdrage te leveren door onderzoek naar het houtskool in de diverse natuurlijke lagen in combinatie met botanisch onderzoek, landschappelijk onderzoek en een beperkte literatuurstudie.

7.2 Landschapsbeheer in het Mesolithicum door middel van vuur

Onderzoek naar het gebruik van vuur door de (mesolithische) mens als een vorm van landschapsbeheer of bosbeheer en theorievorming hierover loopt al sinds de jaren 60.⁷⁰ In het buitenland (en met name Engeland) is het een gangbaar onderwerp van onderzoek waar vele artikelen uit voortkomen. Nederlandse literatuur hierover is echter schaars. De NOaA duidt slechts twee onderzoeken aan die op dit gebied zijn uitgevoerd in Nederland.⁷¹ *“Een belangrijk gegeven in de ontwikkeling van cultuurlandschappen zijn de veranderingen in de vegetatie die het gevolg zijn van menselijk handelen. In het Paleolithicum en Mesolithicum was de invloed van de mens op de vegetatie vermoedelijk beperkt. Archeobotanisch onderzoek (pollen; houtskool afkomstig uit haarden) heeft uitgewezen dat de vegetatie in de loop van het Holoceen ingrijpend veranderde, van een dennenbos in een gemengd loofbos. Dergelijke (grootschalige) veranderingen zijn echter het gevolg van klimatologische en landschappelijke ontwikkelingen vanaf het Vroeg-Holoceen en houden geen verband met menselijke activiteit. In de tachtiger jaren van de 20^e eeuw is er in oostelijk Noord-Brabant en Noord-Limburg palynologisch onderzoek verricht van organische sedimenten in de nabijheid van laatpaleolithische nederzettingen (bijv. de Federmesservindplaats Milheeze).⁷² Een vergelijkbaar onderzoek is uitgevoerd voor de vroegmesolithische vindplaatsen van Zutphen-Ooijerhoek.⁷³”*

Voor de theorievorming en modellen achter dit onderwerp is dan ook hoofdzakelijk gekeken naar buitenlandse artikelen. De diverse artikelen over dit onderwerp maken duidelijk dat veranderingen in lokale landschappen de basis van het onderzoek vormen. Dit betreft dan met name “*woodland disturbances*” die worden aangetroffen in de pollenspectra in combinatie met houtskool als indicator voor vuur en aanwijzingen voor menselijke aanwezigheid uit (naburige) archeologische opgravingen. Deze “*woodland disturbances*” (of te wel de vorming van kunstmatige open plekken in dicht beboste gebieden tijdens het Mesolithicum) zijn fenomenen die door heel Europa worden aangetroffen. Hierbij speelt het lokale pollenspectrum een grote rol, aangezien dit duidelijk moet afwijken van het regionale

⁶⁹ Mondelinge mededeling W. J. H. Hogestijn.

⁷⁰ Ryan & Blackford 2010, 546; verwijzen naar: Simmons 1969, 1975a, 1975b, 1996; Mellars 1975; Jacobi *et al.* 1976; Tallis & Switsur 1990; Caseldine & Hatton 1993.

⁷¹ NOaA hoofdstuk 11, paragraaf 3.2.

⁷² Bos 1998; Bos & Janssen 1996; Bos *et al.* 2005.

⁷³ Bos *et al.* 2005.



ontwikkelingsspectrum. Daarnaast zouden de *disturbances* die in verband kunnen worden gebracht met aangestoken branden vaker moeten voorkomen dan verwacht zou mogen worden van natuurlijke branden. Naarmate de artikelen een recentere datum krijgen worden hier diverse andere indicatieve factoren aan toegevoegd, zoals het onderzoek naar schimmels⁷⁴ (met name voor het vaststellen van brand en de aanwezigheid van grotere grazers) en fossiele kevers (die bij zouden kunnen dragen aan de discussie of er daadwerkelijk open plekken waren op de betreffende locatie).⁷⁵

Etnografische data die laten zien dat diverse recente jagers-verzamelaars vuur gebruiken voor het manipuleren van het landschap in hun leefomgeving ten behoeve van bepaalde plantensoorten, als hulpmiddel bij de jacht of het aantrekken van jachtwild worden als een bevestiging van de theorieën gebruikt.⁷⁶

De momenteel gangbare motieven voor het “openen” van een bosrijk landschap en het beheren van dit landschap door jagers-verzamelaars zijn door Mason⁷⁷ in een overzichtelijke tabel gegoten (tabel 11). Hij merkt op dat in de huidige staat van onderzoek het voordeel van het kunstmatig openen van bos voor het “verzamel” onderdeel zeer onderbelicht is.

Tabel 11. Mason 2000, 140. Reasons for Mesolithic woodland burning

Reasons for burning	Subsistence activities affected
To improve productivity and nutritional quality of forage for animals, and thereby to increase populations	Hunting
Via vegetation regrowth to attract animals to restricted and known areas at a given time	Hunting
To improve visibility of animals and to reduce their escape cover	Hunting
To facilitate mobility of human populations	Various
To improve or synchronise yields of human plant-food resources	Gathering

De noodzaak om in te grijpen in het landschap door jagers-verzamelaars wordt door Innes & Blackford⁷⁸ in met name het Laat Mesolithicum van West-Europa gezien als een gevolg van landschappelijke, klimatologische en demografische veranderingen. Zij zien in het Vroeg- Mesolithicum slechts weinig van dergelijke landschappelijke *disturbances*, maar een duidelijk stijgende trend naar het Laat Mesolithicum toe. Zij schrijven dit toe aan de veranderingen tijdens het Holoceen waarbij een in het begin nog zeer dynamisch en steeds veranderend landschap langzaam over gaat naar een stabiel landschap met meer en langdurigere continuïteit van natuurlijke bronnen. Dit zou er voor gezorgd kunnen hebben dat eerst nog vrij diverse voedselbronnen (in stand gehouden door continue veranderingen) langzaam eenzijdiger worden door meer gefixeerde landschappelijke niches. De afname van een grote lokale biodiversiteit zou betekenen dat de mens een groter gebied zou moeten bestrijken om een zelfde diversiteit te vinden dan voorheen. De stijgende zeespiegel zou echter juist het leefgebied steeds meer gaan beperken doordat plaatsen onbereikbaar of onbruikbaar werden doordat ze te nat werden. Naast een beperkter leefgebied zou naar het Laat Mesolithicum toe de bevolkingsdruk steeds groter worden, hetgeen eveneens de leefruimte voor de groter wordende groepen inperkte en de vraag naar voldoende voedsel zou vergroten. In reactie hierop zouden groepen jagers/verzamelaars het landschap meer en meer gaan beïnvloeden en beheren om zo de gewenste biodiversiteit te creëren. Hierbij zou de laatmesolithische mens een mate van landschapsbeheer hebben kunnen bereiken die overeenkomt met die van de latere boerengemeenschappen, hetgeen de overgang van jagers-verzamelaars naar een boerenbestaan volgens Innes & Blackford vergemakkelijkt zou kunnen hebben omdat het concept van landschapsbeheer bekend was.

In de diverse artikelen wordt gewaarschuwd dat de interpretatie van de data op het gebied van het vaststellen van dergelijke “disturbances” (en helemaal wat betreft het menselijk handelen hierin) over het algemeen “intuïtief” is. Dit komt doordat de data meestal te beperkt zijn om harde bewijzen te leveren voor

⁷⁴ Ryan & Blackford 2010.

⁷⁵ Whitehouse & Smith 2004.

⁷⁶ Ryan & Blackford (2010) noemen: Cronon 1983; Lewis 1982; Stewart 1956. Simmons & Innes (1987) noemen eveneens Lewis 1982 en Mellars 1976a.

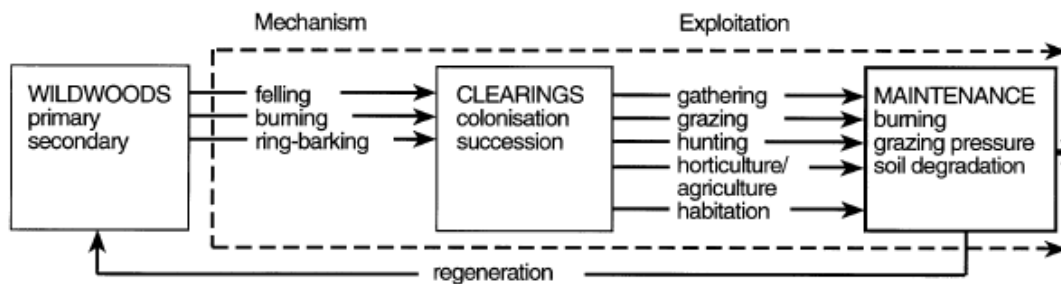
⁷⁷ Mason 2000, 140.

⁷⁸ Simmons & Innes 1987, 396 - 399.

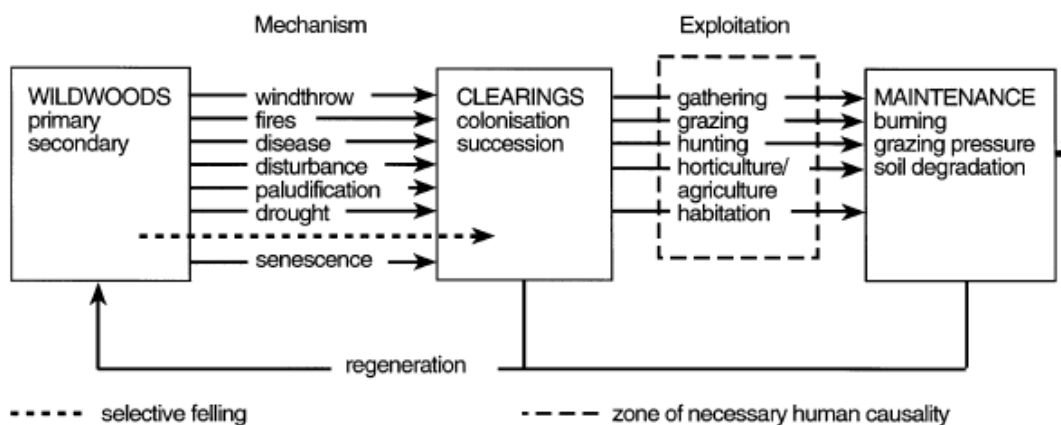


menselijk handelen.⁷⁹ Toch bleef het lang de 'trend' menselijk handelen aan te wijzen als de veroorzaker van "open plekken" in beboste landschappen. Brown kwam echter in 1997 met een kritische beschouwing over de zwakke plekken in deze theorie en hij uitte sterke twijfels over de mogelijkheid om in het Mesolithicum een dergelijk natuurbeheer doelmatig uit te voeren. Hij bood diverse natuurlijke alternatieven voor het ontstaan van open plekken in beboste gebieden.⁸⁰ Een belangrijk onderdeel van zijn argumentatie is dat doelbewuste kaalslag waarschijnlijk niet noodzakelijk is vanwege de vele natuurlijke processen die met vrij grote regelmaat voor open plekken in bossen zorgen. Van deze natuurlijke oorzaken is windval volgens hem één van de grootste. Windval zorgt voor gaten in de bossen in geschatte percentages van 0,5 tot 2% per jaar bij loofbossen en vanwege de ondiepe worteling van naaldbomen zou dit percentage voor naaldbossen hoger liggen.⁸¹ Naast windvallen zorgen branden door blikseminslag, droogte (wat eveneens branden tot gevolg kan hebben), ziekten, erosie en dieren zoals de bever voor open plekken in bossen of aan bosranden.

Purposive Deforestation Models



Opportunistic Deforestation Model



Afb. 32. Schematische weergaven van de twee modellen uit Brown 1997, 140.

Een combinatie van de verschillende genoemde factoren is natuurlijk eveneens mogelijk. Het is volgens Brown echter opvallend dat deze open plekken regelmatig veel langer in stand blijven dan verwacht zou mogen worden in een natuurlijke situatie (waarbij er wel rekening mee moet worden gehouden dat grazers een dergelijke opening ook voor een langere periode open kunnen houden). Voor Brown is dit - in combinatie met aanwijzingen voor brand en menselijke aanwezigheid - dan ook een aanwijzing dat de mens gebruik heeft gemaakt van deze natuurlijke openingen en mogelijk geprobeerd heeft deze openingen in stand te houden door middel van het regelmatig platbranden van de vegetatie. Dit noemt hij het "opportunistische model." Dit model is een alternatief voor het tot dan toe veel gebruikte "doelmatige model" en beide modellen heeft hij in overzichtelijke diagrammen weergegeven (hier afb.32).

⁷⁹ Simmons & Innes 1987, 393: pollen. Whitehouse & Smith 2004, 207, onderzoek naar kevers.

⁸⁰ Brown 1997, 133 - 143.

⁸¹ Brown 1997, 140 -141, verwijst naar Peterken 1996.



In de volgende paragraaf worden de conclusies van de betreffende deelonderzoeken één voor één gepresenteerd en worden de gegevens van deze onderzoeken samen kritisch besproken met gegevens verkregen uit de literatuurstudie. Tevens wordt besproken of de situatie van dit onderzoek in één van de gepresenteerde modellen past of dat het onmogelijk is overtuigend bewijs te leveren van menselijk handelen in dit specifieke geval.

7.3 Bespreking van de specialistische conclusies

7.3.1 Conclusies pollenonderzoek⁸²

Door de pollenanalyse van een transect van vier pollenprofielen kon de vegetatie op de dekzandrug, op de flanken van de dekzandrug en in de aangrenzende depressie gedurende de periode Laat-Boreaal tot Subboreaal zeer gedetailleerd gereconstrueerd worden (afb. 33).

Uit het pollenonderzoek blijkt dat de dekzandrug van het Laat-Boreaal tot Subboreaal (Midden-Mesolithicum tot 2^e helft Midden-Neolithicum) een gunstige locatie vormde voor menselijke bewoning. De dekzandrug was hoog en droog, in de nabijheid van water en met voldoende wild en brandhout in de omgeving voorhanden. Aan het eind van het Atlanticum raakte de dekzandrug door de stijgende grondwaterspiegel begroeid met veen en verdween die mogelijkheid.

In de pollenmonsters zijn veel aanwijzingen gevonden voor het voorkomen van brand of het gebruik van vuur in het gebied. De hoogste concentraties van microscopisch houtskool en allerlei brandindicatoren zijn gevonden in de pollenprofielen die het dichtst bij de dekzandrug zijn bemonsterd. De bron van deze branden moet dus op de dekzandrug gezocht worden. Voor de latere perioden, waarin den niet meer de dominante boomsoort in de vegetatie is, kan de aanwezigheid van microscopisch Coniferenhoutskool echter een aanwijzing zijn voor selectie door de mens van deze houtsoort voor specifieke activiteiten. Voor de vroegere perioden, toen den wel de dominante boomsoort in het landschap was, kunnen zowel natuurlijke als door de mens aangestoken branden de oorzaak van het vele houtskool in de betreffende monsters zijn.

7.3.2 Conclusies houtskoolonderzoek

Het houtskoolonderzoek is uitgevoerd om te achterhalen of op deze locatie laatpaleolithische en/of mesolithische mensen actief zijn geweest. De onderzochte houtskool was afkomstig uit de basis van het basisveen en van verschillende niveaus uit het pleistocene dekzand.

In alle lagen is houtskool van den aangetroffen. Een deel van dit houtskool was glazig verkoold. De aanwezigheid van zoveel verglaasd houtskool van naaldhout (inclusief den) wijst waarschijnlijk op menselijke handelingen met betrekking tot teerwinning uit dennenhout.

Uit ¹⁴C-onderzoek blijkt dat de houtskool in de basis van het basisveen en in de bovenste lagen van het dekzand uit het zesde en zevende millennium voor Chr. (eerste helft Atlanticum; Midden- en Laat-Mesolithicum) afkomstig is. De houtskool uit de diepere lagen, de BC- en C-horizonten, dateert uit het negende en tiende millennium voor Chr. (Preboreaal; Laat-Paleolithicum).

In de diepere lagen kwam meer houtskool voor dan in de bovenste lagen van het dekzand. De diepere houtskool was bovendien omgeven door bruine stof (humusstof), waardoor de indruk ontstaat dat na het negende millennium voor Chr. opnieuw zand is afgezet op deze locatie in Almere. Micromorfologisch onderzoek bevestigde de veronderstelling dat erosie op de flank heeft plaatsgevonden en dat vervolgens enig zand is afgezet. Deze interpretatie wordt echter niet gedeeld door de fysisch geograaf en hier zal nog verder op worden ingegaan in de discussie. Opmerkelijk zijn de vele verkoolden en onverkoolden wortelfragmenten onderin het basisveen. Ze lijken jonger te dateren dan de overige houtskoolfragmenten en die van een schubkegel van den uit hetzelfde monster. De overmaat aan den onder het gedetermineerde houtskool, laat een bewuste selectie vermoeden. De wortels kunnen echter van een brand afkomstig zijn die heeft gewoed vóór de veenvorming en vervolgens door een overstroming verticaal verplaatst zijn.

7.3.3 Conclusies micromorfologisch onderzoek⁸³

De laag 3 in het micromorfologisch onderzochte profiel, op ca. 1,40 cm onder het huidige oppervlak van de dekzandrug, wordt geïnterpreteerd als de oorspronkelijke top van het dekzand, de A-horizont. Op deze

⁸² In paragraaf 6.2 wordt per tijdperiode uitgebreid ingegaan op de interpretaties die aan het botanisch onderzoek kunnen worden gegeven onder de kop "Ruimtelijke vegetatiereconstructie op basis van het transect."

⁸³ Op basis van K. van Kappel & R. Exaltus, zie paragraaf 6.4.



laag ligt een enkele millimeters dik laagje schoon fijn zand, dat waarschijnlijk een spoellaagje is dat is ontstaan tijdens een plotselinge overstroming. Deze gebeurtenis leidde de vernatting van het landschap in. Dit blijkt uit het snel afnemen van de hoeveelheid moderhumus in het zand boven het spoellaagje en uit de aanwezigheid van pyriet in de laag erboven (laag 2).⁸⁴ Waarschijnlijk is het zand boven het spoellaagje van elders aangevoerd tijdens een volgende (fase van de) overstroming. Hierbij is het materiaal waaruit laag 2 bestaat van een hoger gelegen deel van het dekzandlandschap afgespoeld en vervolgens als het ware als een dunne deken over lager gelegen delen van het dekzandlandschap uitgespreid. Doordat hierin opnieuw een A-horizont ontstond (zij het onder iets nattere en zuurdere omstandigheden), is deze laag met het blote oog niet te onderscheiden van de A-horizont onder de spoellaag. Aan de top van de nieuwe A-horizont ligt eveneens een spoellaagje dat uit schoon zand met daarop een laagje humus, bestaat. De goed geconserveerde afgeronde plantenresten in de top van het bemonsterde profiel geven aan dat deze laag de top vormt van een waterbodem waarin het zand enigszins werd opgewerveld en heen en weer bewoog.

7.3.4 Conclusies landschappelijk onderzoek⁸⁵

Uit het doorlopende profiel van de werkputten en de boringen is de dekzandrug heel duidelijk naar voren gekomen (zie bijlage 1A en afb. 34). In de top van het dekzand heeft zich een podzolbodem ontwikkeld. Mogelijk gaat het hierbij oorspronkelijk om een moderpodzol (bruine bosbodem) die onder invloed van vernatting is omgevormd tot een veldpodzol. Op de dekzandrug is de podzolbodem en daarmee het dekzandoppervlak intact (putten 2, 3 en 4). Op de flank van de dekzandrug (put 1) en in het lagere deel (waar de boringen zijn gezet) is geen intact profiel met een podzolbodem aanwezig. Micromorfologisch onderzoek aan het profiel in put 1 heeft hier uitgewezen dat er erosie van het oorspronkelijke oppervlak heeft plaatsgevonden, waarna er opnieuw wat zand is afgezet, gevolgd door afzettingen van detritus en vorming van veen. De afwezigheid van een intact podzolprofiel is ook goed te zien op de foto's van de Begemann boringen (bijlage 1C). De overige holocene sedimenten bestaan voornamelijk uit humeuze kleien (gyttja) van de Flevomeer-laag en het Almere laagpakket (meerbodem afzettingen en lagunaire afzettingen, zoet tot licht brak) en de siltige kleien van de jongere mariene afzettingen (Zuiderzee). Op de hogere delen van de dekzandrug ontbreken de humeuze kleien. De grens tussen de Almere- en de Zuiderzee-afzettingen is scherp en veelal erosief. Daarnaast is de grens tussen het veen en de Almere-afzettingen ook scherp tot erosief. Met name in put 4 was goed te zien dat de Almere-afzettingen zijn ingesneden in het veen.

De verdrinking van het gebied is goed te reconstrueren aan de hand van de hoogtegegevens van de top van het Pleistoceen en de bestaande zeespiegelcurves van het gebied. Dit betreft de hoogtes in Begemannboring 1, waar de top van het pleistocene oppervlak het diepst ligt ($\pm 7,5$ m -NAP), en in put 2 waar het dekzand het hoogst is ($\pm 4,8$ m -NAP). Met deze hoogtes kan aan de hand van de zeespiegelcurve van Van de Plassche *et al.*⁸⁶ worden gereconstrueerd dat de eerste verdrinking van de laagste delen rond 4900 v. Chr. begon (Vroeg-Neolithicum, begin van het Laat-Atlanticum) en dat rond 3600 v. Chr. de dekzandrug vrijwel volledig met veen bedekt moet zijn geweest (begin tweede helft Midden-Neolithicum, overgang Laat-Atlanticum naar Subboreaal).

7.3.5 Bespreking van de conclusies

Uit de gegevens van het palynologische onderzoek blijkt dat de onderzochte locatie en de directe omgeving een vrij divers landschap was met verschillende vegetatievormen (afb. 33). Vanaf het Preboreaal tot het Subboreaal is er een afwisselend landschap met droge en natte delen. De droge delen leveren in de loop der tijd steeds meer in ten gunste van de natte delen, tot uiteindelijk dit deel van de dekzandrug zelf tot een nat gebied omgevormd is. De vegetatiereconstructie laat zien dat in het Midden- en aan het begin van het Laat-Mesolithicum nog een dennenbos aanwezig is op de dekzandrug met elzenbroekbos in de lagere delen van het landschap. In het Laat-Mesolithicum verandert in de regio dit type bos in een gemengd loofbos. Ook op deze dekzandrug is dit het geval, aangezien nog slechts zeer lage waarden van den in het pollendiagram voorkomen terwijl de loofboom soorten toenemen. Den verdwijnt echter niet volledig uit het pollenspectrum en komt dus nog steeds lokaal voor. Ook het elzenbroekbos houdt stand in de periode dat een gemengd loofbos dominant is op de onderzoeklocatie. In de periode van het Laat-Mesolithicum tot Midden- Neolithicum vervangt struikheide steeds meer het bos op de dekzandrug en wordt het landschap steeds opener. Deze struikheide verdwijnt weer naarmate de vernatting steeds hoger op de dekzandrug komt en wordt geleidelijk overal vervangen door de elzenbroekbosvegetatie.

⁸⁴ Vergelijk Hoge Vaart, Peeters 2006, 176, Fig. 10.

⁸⁵ Op basis van J. de Moor, zie hoofdstuk 2 en paragraaf 5.3.

⁸⁶ Van de Plassche *et al.* 2005.



Het landschap bevat door de tijd heen steeds plaatsen die open genoeg zijn voor diverse planten en bomen die met open plekken geassocieerd worden (zoals hazelaar en adelaarsvaren). De open delen kunnen in het bos gelegen zijn, maar ook de bosranden vertegenwoordigen op de flank van de dekzandrug. Tevens zijn bepaalde kruiden (zoals bijvoet, smalle weegbree en akkerboterbloem en adelaarsvaren) in toenemende mate aangetroffen in met name de laatste periode die ook in verband kunnen worden gebracht met kapvlakten en plaatsen waar brand heeft gewoed.

Juist in de (lagere) nattere delen van de omgeving van de dekzandrug waar elzenbroekbossen zich ontwikkelden zijn continu door de tijd heen aanwijzingen in de vorm van schimmels aangetroffen, die kunnen wijzen op de aanwezigheid van grote grazers, maar ook verband kunnen houden met de toenemende vernatting. Dit gebied breidt zich langzaam uit door de voortschrijdende vernatting van de dekzandrug waarbij in het Neolithicum ook op de dekzandrug zelf elzenbroekbossen worden aangetroffen. Ook hier zijn, blijkens hun mest, grote grazers nog steeds aanwezig.

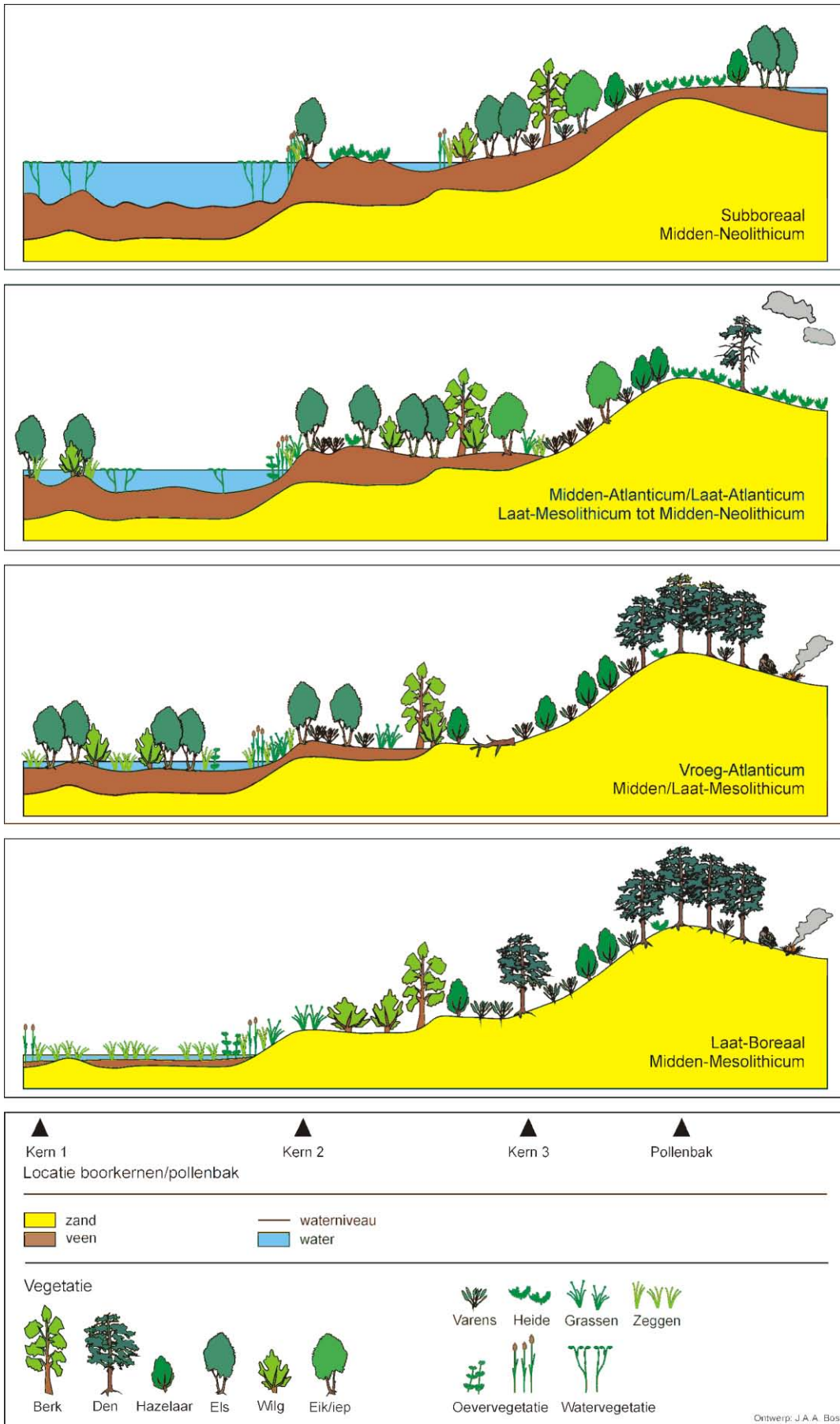
In alle botanische monsters uit alle tijdvakken is microscopische houtskool aangetroffen met hierop schimmels die in verband worden gebracht met brand. Opvallend is dat naarmate de monsters dichterbij de dekzandrug zijn genomen, de hoeveelheden houtskool toenemen, wat tot de conclusie kan leiden dat de oorsprong van de brand(en) op de dekzandrug gezocht moet worden. Whitlock & Larsen⁸⁷ laten echter in een studie naar meren als bron voor bosbrandonderzoek zien dat microscopisch houtskool van een brand minimaal 100 meter, zo niet veel verder, gedragen en afgezet kan worden. Hun studie laat echter ook zien dat macroscopisch houtskool zich in eerste instantie hoofdzakelijk vlak bij of op de locatie van de brand zelf afzet en pas door latere erosieprocessen verder van de brandhaard afgezet wordt. Aangezien op de dekzandrug veel macroscopisch houtskool is aangetroffen, terwijl uit de boringen met name microscopisch houtskool naar voren is gekomen is het dus niet onwaarschijnlijk dat de brandhaard(en) op de dekzandrug gezocht moeten worden. Tevens is het opvallend dat waar microscopische of macroscopische houtskool gedetermineerd kon worden, het door alle perioden heen, hoofdzakelijk naaldhout betrof, dus ook in de perioden dat naaldhout of den al lang niet meer de hoofdmoot vormt in het pollenspectrum. Aangezien bij een bosbrand in een gemengd bos verwacht mag worden dat een zeer gevarieerd spectrum aan boomsoorten ook zichtbaar is in het houtskool zet het hoofdzakelijk voorkomen van houtskool van den dus enige vraagtekens bij een "natuurlijke" interpretatie van de oorzaak van houtskool uit de laatmesolithische monsters. Wat betreft het houtskool uit het Midden- en vroeg Laat-Mesolithicum (en eerder) blijven natuurlijke branden echter een net zo acceptabele interpretatie als een menselijke, aangezien den toen de overheersende boomsoort op de locatie en in de regio was.

Er kunnen echter wel vraagtekens gezet worden bij deze "vroegere" branden aangezien deze blijkbaar hoofdzakelijk op de dekzandrug zelf hebben gewoed. De vraag is hoe lokaal is de brand en waarom is deze blijkbaar zelden overgeslagen op de lager gelegen elzenbroekbossen en veenmoerassen in drogere perioden aangezien hier geen duidelijke aanwijzingen zijn voor een locale brand? Betekent dit dat deze branden gecontroleerd zijn uitgebrand? Deze vraag kan echter op grond van de beschikbare data niet beantwoord worden. Eerst moet aan de hand van meer en grotere monsters worden vastgesteld of er echt geen aanwijzingen zijn voor brand in de elzenbroekbossen.

Zoals gezegd sluit het onderzoek naar de macroscopische houtskoolstukken aan op de trend die wordt gezien in het palynologisch onderzoek. Den of naaldhout blijft de hoofdmoot bij soortendeterminatie ook in de perioden dat den al lang niet meer de dominante soort in het landschap is. Dit fenomeen is in het onderzoek naar haardkuilen van het Hanzelijn Oude Landproject eveneens vastgesteld.⁸⁸ In deze haardkuilen wordt nog veel langer overwegend gebruik gemaakt van den als brandhout dan dat de den in de vegetatie de dominante soort was. Tijdens het voorgenoemde onderzoek is vastgesteld dat het omslagpunt rond 5700 v.Chr. ligt. Vóór dit tijdstip wordt den het meest gebruikt maar zijn combinaties van den en eik eveneens gangbaar, na dit tijdstip wordt eik de dominante houtsoort in de haardkuilen. De jongste datering op basis van den (schub) van de onderkant van het basisveen dateert van iets voor dit tijdstip (5970-5733 v.Chr.). Dit monster is genomen van de top van de dekzandrug en stamt dus uit een periode waarin den op de dekzandrug nog maar spaarzaam voorkwam. Als het houtskoolmateriaal uit haardkuilen in de regio afkomstig is, blijft de vraag hoe het over de omgeving verspreid is. Men moet veronderstellen dat het uit de, na gebruik, open liggende haardkuilen is uitgestoven. Dergelijke houtskoollagen zijn echter van Hanzelijn-Oude Land en Swifterbant N23 nog niet bekend.

⁸⁷ Whitlock & Larsen 2001. De afstand die microscopisch houtskool kan afleggen is echter zeer afhankelijk van het type brand, de brandstof en andere natuurlijke processen zoals het weer.

⁸⁸ Kubiak-Martens, Kooistra & Langer in Lohof, Hamburg & Flamman 2011.



Afb. 33. Vegetatiereconstructie van het landschap (J.A.A. Bos).



Het houtskool geeft nog meer aanwijzingen die Kooistra er toe brengen dit houtskool aan het resultaat van menselijk handelen toe te schrijven en bosbranden als oorzaak minder waarschijnlijk te maken. Het gaat hierbij om de samenstelling van de houtskooltypen. Deze bevatten namelijk, zowel in de monsters die in 5^e en 6^e millennium voor Chr. als die uit 8^e en 9^e millennium voor Chr., een vrij hoog percentage verglaasde houtskool in tegenstelling tot “gewoon” houtskool of versinterd (gevitriciseerd) houtskool. Dit verglaasde houtskool is ook aangetroffen in de haardkuilen van Hanzelijn Oude Land en het wordt gezien als een restproduct van teer- of pekproductie die in de haardkuilen heeft plaatsgevonden. Deze teer- of pekproductie vond plaats bij een vrij lage temperatuur van de 340 tot 370°C, maximaal 400°C.⁸⁹ Volgens Braadbaart & Poole zijn zeer zuurstof arme, preferabel zuurstofloze omstandigheden over een periode van minimaal 24 uur nodig om tot een dergelijk houtskool product te komen.⁹⁰

Beide zaken impliceren een relatief grote mate van controle over het vuur dat dergelijke verglaasde houtskool tot gevolg heeft. Ook in de laatpaleolithisch gedateerde monsters is verglaasde houtskool dominant. De techniek om op deze wijze teer of pek te maken wordt geacht al bekend te zijn bij de middenpaleolithische Neanderthalers.⁹¹ Grote clusters van haardkuilen zijn echter niet bekend uit het Laat - Paleolithicum en zeer spaarzaam in het Vroeg Mesolithicum. We hebben voorlopig te maken met een groot aantal onbekenden in deze materie: hoeveel houtskool verspreidt zich door de bodemlagen vanuit één haardkuil? Tot hoe ver in de omgeving kan dit houtskool zich verspreiden? In wat voor samenstelling en in welke hoeveelheden wordt dit houtskool dan later aangetroffen in de bodem? In welke mate treedt een dergelijke verglazing op bij bosbranden in naaldbossen (tijdens welke de bovengenoemde temperaturen natuurlijk ook voorkomen) en in welk percentage zijn de verschillende soorten houtskool aanwezig in een monster uit een verbrand loofbos?⁹² Kooistra neemt aan dat het percentage verglaasde houtskool van een bosbrand lager zal zijn dan in de monsters van dit onderzoek zijn aangetroffen op grond van het specifieke, zeer gecontroleerde productieproces van teer dat er op is gericht juist dergelijke houtskool in grote hoeveelheden te produceren.

Naast de verglaasde houtskool is er nog het versinterde of gevitriciseerde houtskool waarvan altijd wordt aangenomen dat dit alleen in zuurstofloze omstandigheden en bij temperaturen van boven 800°C tot stand komt. Deze temperaturen worden over het algemeen toegeschreven aan processen waarbij houtskool als brandstof wordt gebruikt.⁹³ Bij deze soorten houtskool kan dus bijna exclusief naar menselijk handelen worden verwezen. Onderzoek door McParland *et al.* wijst echter uit dat dit niet altijd klopt.⁹⁴ In diverse experimenten met verschillende houtsoorten die verkoold werden onder volledig zuurstofloze omstandigheden en bij diverse temperaturen en tijdsspannen werd geen enkele keer versinterde houtskool verkregen. Daarnaast hebben zij van verschillende archeologische monsters van versinterde houtskool de gemiddelde temperatuur bepaald, waarbij zij uitkwamen op 310 tot 530°C. Hoewel er (ongepubliceerde) kritieken zijn op het onderzoek⁹⁵ laat het wel duidelijk zien dat een exclusief antropogene oorsprong voor deze soort houtskool op zijn minst twijfelachtig is. Uit een ander onderzoek van McParland *et al.* naar het onderscheid tussen antropogeen en natuurlijk houtskool blijkt dat de gemiddelde natuurlijke brand een temperatuur bestrijkt van 325 tot 400°C.⁹⁶ Op grond hiervan denken zij een goed onderscheid te kunnen maken tussen natuurlijke branden en antropogene processen. Een lopend onderzoek van de Universiteit van Wageningen heeft echter recentelijk aangetoond met een experimentele bosbrand in Portugal dat de brand een gemiddelde vlamtemperatuur van 550°C had en er zelfs temperaturen van 900°C bereikt werden op plekken waar twee branden samen kwamen.⁹⁷ Het is dus duidelijk dat bosbranden een grote range aan temperaturen kunnen bestrijken, die zeer afhankelijk zijn van het soort bosbrand en waarschijnlijk ook van het soort vegetatie en de dichtheid. Dit maakt uitspraken over antropogeen of natuurlijk houtskool uit de hier bekeken perioden zeer moeilijk.

In het algemeen kan gezegd worden dat de huidige staat van onderzoek simpelweg nog niet ver genoeg gevorderd is om definitieve uitspraken te doen over het al dan niet antropogeen zijn van (verglaasde en versinterde) houtskool dat in de bodem wordt aangetroffen. Noch is er voldoende bekend over de

⁸⁹ Kubiak-Martens, Kooistra & Langer 2009.

⁹⁰ Braadbaart & Poole 2008; Braadbaart houdt echter een iets hogere temperatuur tussen de 450 en 500°C aan.

⁹¹ Koller *et al.* 2001; Kubiak-Martens, Kooistra & Langer in Lohof, Hamburg & Flamman 2011,493.

⁹² Kooistra geeft aan dat recentelijk een onderzoek is gestart naar dergelijke zaken, maar hier zijn nog geen resultaten van bekend.

⁹³ Braadbaart & Poole 2008, 2435.

⁹⁴ McParland *et al.* 2010.

⁹⁵ Mondelinge mededeling Kubiak-Martens.

⁹⁶ McParland *et al.* 2009.

⁹⁷ <http://www.wur.nl/NL/nieuwsagenda/archief/nieuws/2009/Brand090224.htm>



verspreiding van houtskool van een brand, zowel horizontaal als verticaal in de bodem en in het landschap en de taphonomische processen die de inhoud en samenstelling van de monsters beïnvloeden.

Met dit in het achterhoofd zal toch gepoogd worden enige uitspraken te doen over het onderzoek op deze specifieke locatie in relatie tot de modellen aangehaald in de inleiding van dit hoofdstuk.

Als een van de redenen voor het antropogeen opener maken van het landschap (§ 7.2) wordt genoemd de aanwezigheid (of het ontstaan) van een zeer stabiel en weinig divers landschap. Dit lijkt echter niet van toepassing op het locale landschap van het onderzoeksgebied. Het palynologische onderzoek laat een relatief divers landschap zien door de afwisseling van lage natte delen, waar tevens open water kan voorkomen, en hoge drogere delen en overgangszones tussen beiden op de flanken van de dekzandrug. Een dergelijk divers landschap zorgt juist voor een vrij grote biodiversiteit in zowel planten als dieren. Dit laat weinig ruimte voor de veronderstelde noodzaak om het landschap opener te maken. Daarnaast blijken juist de natte, lagere delen in alle perioden frequent gebruikte plaatsen (als drinkplaats?) voor grote herbivoren. Er was dus geen gebrek aan jachtbuit. Het argument dat door het steeds natter worden van het landschap, eventueel gekoppeld aan een grotere bevolkingsdruk, steeds minder exploiteerbare ruimte overbleef, kan wel opgaan voor deze locatie. Aanwijzingen voor het “doelmatige” model van Brown zijn echter verre van duidelijk aanwezig, aangezien het houtskoolspectrum een sterke voorkeur voor naaldhout laat zien, ook als de den in het pollenspectrum ondervertegenwoordigd is. Er zijn dus geen indicaties voor een bosbrand in een gemengd loofbos. Aanwijzingen voor het “opportunistische” model van Brown zouden gezien kunnen worden in bijvoorbeeld het houtskool uit de B- en BC-horizonten (gedateerd op 8441-8239 v.Chr. en 9745-9300 v.Chr.), waar veel van het dennenhout al vervormd was voor het verkoolde, wat zou kunnen betekenen dat vooral dood hout heeft gebrand. Op een open plaats waar door een windval al een openheid was ontstaan, kan antropogeen een groter stuk bos zijn afgebrand. Hierop kan de struikheide, maar ook de toenemende aanwezigheid van hazelaar en adelaarsvaren wijzen. Een koppeling naar intentioneel platbranden van een dergelijk stuk bos door de mens is echter niet degelijker onderbouwd aan te tonen. Ook de vele verbrande wortels uit het basisveen lijken op een (veen)brand te duiden. Deze brand dateert uit het Neolithicum ten tijde dat de dekzandrug al zeer vernat was. In deze periode was zeker nog bewoning aanwezig in de regio, maar de dekzandrug was waarschijnlijk al te nat voor gebruik. Het lijkt dan ook weinig plausibel dat deze brand is aangestoken.

Het houtskool van den (verglaasd) uit de midden- en laatmesolithische perioden (5^e en 6^e millennium), kan afkomstig zijn uit nabij gelegen haardkuilen voor teer- of pekwinning, zoals bekend van talloze vindplaatsen (waarvan we alleen Hanzelijn Oude Land, Swifterbant N23 en Hoge Vaart als de meest nabije noemen). Deze houtskoolfragmenten zijn te hoekig om te zijn aangespoeld en zijn hiermee waarschijnlijk van lokale herkomst.

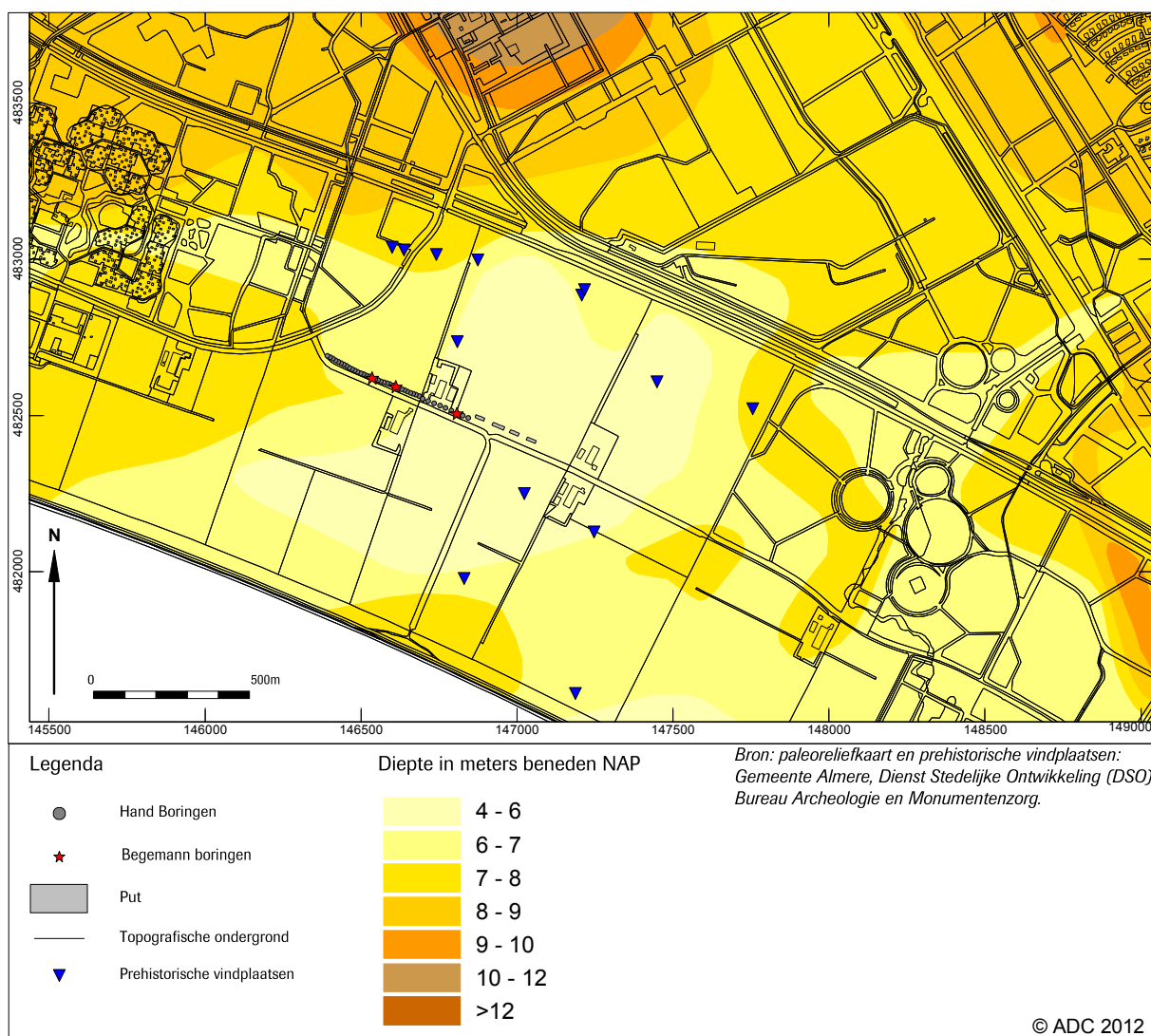
Het onderzochte deel van deze opgraving is slechts een fractie van een veel grotere dekzandrug waarvan het gebruik door de prehistorische (mesolithische) mens al door diverse (boor) - onderzoeken op verschillende locaties is aangetoond (afb. 34). De resultaten van het landschappelijke en het micromorfologische onderzoek laten zien dat, hoewel erosie heeft plaatsgevonden op de dekzandrug, deze niet ingrijpen genoeg was om sporen van menselijke aanwezigheid zoals haardkuilen of andere sporen en zelfs vuursteenconcentraties volledig te hebben uitgewist. Hoewel bodemvorming zeker van invloed is op de zichtbaarheid van grondsporen is duidelijk van andere vergelijkbare vindplaatsen zoals Hoge Vaart, Tunnel Drontermeer en N23 dat haardkuilen een zeer zichtbaar fenomeen blijven ondanks bodemvormende processen. Dit toont aan dat intensief of regelmatig wederkerend gebruik van de locatie kan worden uitgesloten.

De spaarzame antropogene resten van vuursteen en enkele restanten van kuiltjes tonen echter aan dat de locatie extensief door mensen is gebruikt. De locatie is dus onderdeel geweest van de grotere landschappelijke leefomgeving van groepen mesolithische mensen. Een aanwijzing voor extensief gebruik van het landschap kan ook het bewust afbranden van de vegetatie zijn. Dit is onderzocht door middel van pollen- en houtskoolanalyse. De aanwijzingen die dit opleverde zijn te summier om gedegen uitspraken te doen en de huidige stand van houtskoolonderzoek is duidelijk nog niet ver genoeg om zonder meer een onderscheid te kunnen maken tussen antropogene of natuurlijke houtskool.

De redenen voor de afwezigheid van enig intensief menselijk gebruik van de locatie zijn onduidelijk. Gezien het beperkte oppervlak dat is onderzocht, kunnen we veronderstellen dat op enige tientallen meters er buiten, net buiten de afvalstrooiing, een kampement heeft gelegen. Als de interpretaties van Kooistra kloppen, kan in de zeer nabije omgeving een haardkuilencluster hebben gelegen, aangezien macroscopische houtskool niet zeer ver van de bron wordt gevonden. De paleoreliëfkaart (afb. 34) laat de



omvang van de dekzandrug duidelijk zien en daarmee tevens de keuzemogelijkheden van de groepen mensen om zich korte of langere tijd te vestigen. De keuze om juist deze 15 meter brede strook van de dekzandrug niet intensief te gebruiken, kan te maken hebben met een te dichte begroeiing en natuurlijke open plekken elders. De noordwestelijke oriëntatie kan in verband met de overheersende windrichtingen een rol hebben gespeeld. Mogelijk was, tegen de tijd dat deze specifieke locatie op de dekzandrug nog een van de weinige droge plekken in het landschap was, de locatie door bijvoorbeeld afstand, een perifere locatie, per definitie alleen nog voor extensief gebruik geschikt. Daarnaast kan het simpelweg mogelijk zijn dat deze dekzandrug alleen extensief gebruikt werd aangezien het nabijgelegen dal van de Eem met een grote biodiversiteit veel aantrekkelijker was voor langdurige bewoning of gebruik dan deze dekzandrug.



Afb. 34. Paleoreliëf met prehistorische vindplaatsen rond de onderzoeklocatie.

Hoewel de resultaten geen definitieve antwoorden geven op de vragen die tot dit onderzoek hebben geleid, kan dit onderzoek zeker bijdragen aan de ontwikkelingen op dit gebied van onderzoek. Onder meer doordat het materiaal als vergelijkingsmateriaal kan dienen voor vergelijkbaar onderzoek in de regio op een vindplaats waar menselijke aanwezigheid wel duidelijk aantoonbaar is. Daarnaast heeft dit onderzoek veel vragen opgeroepen die bijvoorbeeld al invloed hebben gehad op het nog uit te voeren uitwerkingstraject van de recent opgegraven Swifterbant N23. Hier zal namelijk een vergelijkbaar soort onderzoek op het landschappelijk gebied worden uitgevoerd. Daarnaast zal bij de analyses van de vele haardkuilen van deze vindplaats ook aandacht besteed gaan worden aan het voorkomen van gesinterd hout in de haardkuilen en de verhoudingen tussen dit gesinterde houtskool en de verglaasde houtskool en mogelijk aan het voorkomen van dit houtskool in de omliggende natuurlijke bodemopbouw wat wederom een bijdrage zal leveren aan de vraagstukken die nu open blijven.



Met dit onderzoek bij Almere wordt opnieuw het grote belang van transectstudies in Steentijd onderzoek aangetoond.⁹⁸ Vooral in het Paleolithicum en het Mesolithicum had de mens nog geen grootschalige invloed op de vegetatie in het omliggende landschap. Kleinschalige veranderingen in vegetatiepatronen en de invloed van de mens op de vegetatie kunnen dus alleen zichtbaar gemaakt worden als pollen- en houtskoolassemblages met elkaar vergeleken kunnen worden op verschillende afstanden van en op de locatie waarop de mens actief was.

8 Waardering en selectieadvies

De waardestelling, zoals voorgeschreven in de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA versie 3.1, specificatie VS06) gebeurt op drie niveaus: belevingswaarde, fysieke kwaliteit en inhoudelijke kwaliteit. De eerste is niet van toepassing omdat de vindplaats niet bovengronds zichtbaar is. Alleen de laatste twee niveaus zijn op deze vindplaats van toepassing. De fysieke kwaliteit van de vindplaats is gebaseerd op haar conservering en gaafheid. De conservering geeft aan in hoeverre de resten behouden zijn; de gaafheid in hoeverre de vindplaats nog compleet is. De beoordeling is voor zowel gaafheid als conservering: drie punten voor hoge, twee punten voor middelhoge en één punt voor lage kwaliteit.

Er is van een vindplaats van antropogene sporen en vondsten nauwelijks of geen sprake. De betekenis van deze locatie ligt in de landschappelijke informatie. Het aantal mogelijk antropogene sporen is van onvoldoende omvang om van een representatief deel van een nederzetting te spreken en vondstclusters zijn geheel afwezig. De conservering van deze grondsporen is slecht, slechts de laatste resten van diepere sporen zijn nog zichtbaar.

De waardering van de fysieke kwaliteitscriteria gaafheid en conservering is in totaal 3 punten. Dit is een lage score (< 5 punten) de locatie het predikaat „niet behoudenswaardig’ oplevert (tabel 12). Op inhoudelijke kwaliteit, uitgedrukt in waarden voor zeldzaamheid, informatie en ensemble, wordt de vindplaats beoordeeld met hetzelfde puntensysteem. Dergelijke locaties zijn in principe niet zeldzaam in de gemeente Almere, noch in de Flevopolder. Ze worden echter zelden opgegraven omdat ze of te diep liggen of beschermd zijn. Om deze redenen scoort de site dan toch een 2 op de schaal van zeldzaamheid. Wat betreft informatie waarde zou deze locatie in eerste instantie laag genoemd mogen worden, aangezien zowel vondstmateriaal als sporen zeer summier zijn. Echter dit vooronderzoek heeft op het gebied van theorievorming over locatiekeuzes van de mesolithische mens en landschappelijk onderzoek naar het gebruik van de wijdere omgeving door de mesolithische mens zeker een bijdrage geleverd. Tevens heeft het onderzoek bijgedragen aan de kennisvergroting over het natuurlijke landschap en de landschapsvorming van de regio, ook is een start gemaakt met de interpretatie van het “natuurlijke” houtskool dat in de bodem voorkomt. Dat is een fenomeen dat menigmaal in booronderzoeken de interpretatie en daarmee de aanbeveling bemoeilijkt. Daarom is de informatiewaarde met 2 punten gewaardeerd. De ensemblewaarde is louter landschappelijk en die is niet specifiek aan deze locatie gebonden. Hierop wordt laag gescoord. Vervolgonderzoek is niet nodig op deze locatie vanwege de summiere archeologische resten, de locatie heeft echter wel een nuttig bijdrage geleverd voor het overzicht en de ontwikkeling van het landschap en de archeologie in de regio.

Tabel 12. Scoretabel waardestelling (naar KNA, versie 3.1).

Waarden	Criteria	Scores			Totale score
		Hoog	Midden	Laag	
Beleving	Schoonheid	Wordt niet gescoord			
	Herinneringswaarde	Wordt niet gescoord			
Fysieke kwaliteit	Gaafheid			1	≥ 5 behoudenswaardig
	Conservering		2		
Inhoudelijke kwaliteit	Zeldzaamheid		2		≥ 7 behoudenswaardig
	Informatiewaarde		2		
	Ensemblewaarde		1		
	Representativiteit	N.v.t.			

⁹⁸ Zie Bos & Janssen 1996, Bos 1998, Bos *et al.* 2006.



Literatuur

- Bakels, C.C., 1991: Twenty-one Tracing Crop Processing in the Bandkeramik Culture, in: J.M. Renfrew (ed.), *New Light on Early Farming*, Edinburgh, 282-288.
- Berendsen, H.J., B. Makaske, O. van der Plassche, M.H.M. van Ree, S. Das, M. Van Dongen, S. Ploumen & W. Schoenmakers, 2007: New groundwater-level rise data from the Rhine-Meuse delta: implications for the reconstructions of Holocene relative mean sea-level rise and differential land-level movements, *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw*, 86 (4), 333-354.
- Bell, M., C. Chisham, P. Dark & S. Allen, 2006: Mesolithic sites in coastal and riverine contexts in southern Britain: current research and the management of the archaeological resource. In: E. Rensink & H. Peeters (red.), *Preserving the Early Past. Investigation, selection and preservation of Palaeolithic and Mesolithic sites and landscapes*. (Nederlandse Archeologische Rapporten, 31), Amersfoort, 25-39.
- Beug, H.J., 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, Verlag Friedrich Pfeil, München.
- Bos, J.A.A. 1998: *Aspects of the late glacial–Early Holocene vegetation development in western Europe*. LPP Contribution Series 10, 240.
- Bos, J.A.A., & C.R. Janssen, 1996: Local impact of Palaeolithic Man on the environment during the end of the Last Glacial in The Netherlands. *Journal of Archaeological Science* 23, 731-739.
- Bos, J.A.A., B. van Geel, B.J. Groenewoudt & C.G.M. Lauwerier, 2005: Palaeoecological investigations of an early Mesolithic site near Zutphen, the Netherlands, *Vegetation History and Archaeobotany* 15, 27-43.
- Bos, J.A.A., S.J.P. Bohncke & C.R. Janssen, 2006: Lake-level fluctuations and small-scale vegetation patterns during the late glacial in The Netherlands. *Journal of Palaeolimnology* 35, 211-238.
- Braadbaart, F., & I. Poole, 2008: Morphological, chemical and physical changes during charcoalification of wood and its relevance to archaeological contexts, *Journal of Archaeological Science* 35, 2434-2445.
- Brown, T., 1997: Clearances and clearings: deforestation in Mesolithic/Neolithic Britain, Oxford, *Journal of Archaeology* 16, 133-146.
- Bullock, P., N. Federoff, A. Jongerius, G.J. Stoops & T. Turstina, 1985: *Handbook for thin section description*, Wolverhampton.
- Caseldine, C., & J. Hatton, 1993: The development of high moorland on Dartmoor: fire and the influence of Mesolithic activity on vegetation change. In: Chambers FM (red), *Climate change and human impact on the landscape*. Chapman and Hall, Londen, 119-131.
- Courty, M.A., P. Goldberg & R. Macphail, 1989: *Soils and micromorphology in archaeology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Cronon, W., 1983: *Changes in the land: Indians, colonists and the ecology of New England*. Hill and Wang, New York.
- Deeben, J., H. Peeters, D. Raemakers, E. Rensink & L. Verhart, 2006: *De vroege prehistorie*, Nationale Onderzoeksagenda Archeologie versie 1.0, RCE, Amersfoort.
- Dijk, G.J., van, H.J.A. Berendsen & W. Roeleveld, 1991: *Holocene water level development in the Netherlands' river area; implications for sea-level reconstruction*, *Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw* 70 (4), 311 - 326.
- Ente, P.J., J. Koning & R. Koopstra, 1986: *De bodem van Oostelijk Flevoland*. (Flevobericht , 258).
- Faegri, K., & J. Iversen, 1989: *Textbook of pollen analysis*, fourth edition (revised by K. Faegri, P.E. Kaland and K. Krzywinski). Wiley, Chichester.
- Geel, B., van, 2001: Non-pollen palynomorphs. In: J.P. Smol, H.J.B. Birks & W.M. Last (red.): *Tracking environmental change using lake sediments, Volume 3: Terrestrial, algal and siliceous indicators*, Kluwer, Dordrecht, 99-119.
- Geel, B., van, & A. Aptroot, 2006: Fossil ascomycetes in Quaternary deposits, *Nova Hedwigia* 82, 313-329.
- Geel, B., van, J. Buurman, O. Brinkkemper, J. Schelvis, A. Aptroot, G.B.A. van Reenen & T. Hakbijl, 2003: Environmental reconstruction of a Roman Period settlement site in Uitgeest (The Netherlands), with special reference to coprophilous fungi, *Journal of Archaeological Science* 30, 873-883.
- Grimm, E.C., 1992–2004: *TILIA, TILIA.GRAPH, and TGView*, Illinois State Museum, Research and Collections Center, Springfield, USA (<http://demeter.museum.state.il.us/pub/grimm/>).
- Groenendijk, H.A., 1993: *Landschapsontwikkeling en bewoning in het Herinrichtingsgebied Oost-Groningen 8000 BC -1000 AD*, (Thesis Rijksuniversiteit van Groningen).
- Hamburg, T.D., & M. Opbroek, 2010: *Evaluatieverslag Opgraving N23 vindplaats 5, Dronten*, Leiden/Amersfoort.



- Hamburg, T.D., E. Lohof & J. Flamman, 2011: *Concept Rapportage Hattermerbroek Bedrijventerrein Noord*, Leiden/Amersfoort.
- Hogestijn, J.W.H., & J.H.M. Peeters (red), 2001: *De mesolithische en vroeg-neolithische vindplaats Hoge Vaart- A27 (Flevoland)*, (Rapportage Archeologische Monumentenzorg, 79), Amersfoort.
- Hogestijn, J.W.H., H.C.J. Visscher., S.A.D.S. Post. & A.A. Kerkhoven, 2008: *Basisrapportage vooronderzoek waardestelling, selectieadvies tekst bestemmingsplan. Plangebied 1P4/6, Overgooi*. (Archeologische rapporten Almere, 22), Almere.
- Innes, J.B., & J.J. Blackford, 2003: The ecology of late Mesolithic woodland disturbances: Model testing with fungal spore assemblage data, *Journal of Archaeological Science* 30, 185-194.
- Jacobi, R.M., J.H. Tallis, & P.A. Mellars, 1976: The southern Pennine Mesolithic and the ecological record, *Journal of Archaeological Science* 3, 307-320.
- Janssen, C.R., 1973: Local and regional pollen deposition. In: Birks, H.J.B. & R.G. West (red.), *Quaternary Plant Ecology*, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 31-42.
- Janssen, C.R., 1974: *Verkenningen in de palynologie*, Oosthoek, Scheltema & Holkema, Utrecht.
- Janssen, C.R., 1981: On the reconstruction of past vegetation by pollen analysis: a review, *Proceedings Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen, Serie C*, 84, 197-210.
- Janssen, C.R., 1984: Modern pollen assemblages and vegetation in the Myrtle Lake peatland, Minnesota, *Ecological Monographs* 54, 213-252.
- Jelgersma, S., 1961: *Holocene Sea Level Changes in the Netherlands*. (Mededelingen Geologische Stichting, CVI-7), Leiden.
- Jongerijs, A., & G. Heintzberger, 1975: *Methods in soil micromorphology; a technique for the preparation of large thin sections*, (Soil survey papers, 10), Soil Survey Institute, Wageningen.
- Kerkhoven, A.A., 2008: *Plan van Aanpak Landschapszone in gebied 1P te Almere Haven (Overgooi)*, versie 6 maart 2008, Almere.
- Kiden, P, B. Makaske & O. van de Plassche, 2008: Waarom verschillen de zeespiegelreconstructies voor Nederland? *Grondboor & Hamer* 62 (3-4), 54-61.
- Koller, J., U. Baumer & D. Mania, 2001: High-tech in the Middle Paleolithic: Neandertal-manufactured pitch identified. *European Journal of Archaeology* 4, 385-397.
- 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.
- Kooistra, L.I., 2009: *Houtskool uit mesolithische en neolithische haarden, kuilen en lagen van Knooppunt Hattermerbroek*, (BIAXiaal, 377), Zaandam.
- Kooistra, L.I., L. Kubiak-Martens & J.J. Langer 2009: *Mesolithische haardkuilen van vindplaats Hanzelijn, Tunnel Drontermeer op houtskool onderzocht*, (BIAXiaal, 417), Zaandam.
- Kooistra, L.I., 2010a: *Inventariserend houtskoolonderzoek aan lagen op de overgang van Pleistoceen en Holoceen in Almere Haven (Maatweg – Meesweg – Meentweg)*, (BIAXiaal, 256), Zaandam.
- Kooistra, L.I., 2010b: *Houtskoolonderzoek aan lagen op de overgang van Pleistoceen en Holoceen in Almere Haven (Maatweg – Meesweg – Meentweg)*, (BIAXiaal, 481), Zaandam.
- Kooistra, L.I., 2010c: Houtskool en houtgebruik, in: E. Lohof, T. Hamburg & J. Flamman, *Steentijd opgespoord. Archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn-Oude Land*, Leiden/Amersfoort (Archol rapport 138/ADC rapport 2576), 483-495.
- Kubiak-Martens, L., L.I. Kooistra & J.J. Langer 2009: *Mesolithische teerwinning uit dennenhout (Pinus) in Hattermerbroek*, (BIAXiaal, 386), Zaandam.
- Kubiak-Martens, L., L.I. Kooistra & J.J. Langer 2010: Mesolithische teerproductie in Hattermerbroek, in: E. Lohof, T. Hamburg & J. Flamman, *Steentijd opgespoord. Archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn-Oude Land*, Leiden/Amersfoort (Archol rapport 138/ADC rapport 2576), 497-512.
- Langer, J.J., 1997: Identification of the Neolithic wood tar. in: W. Breziński & W. Piotrowski (eds.), *Proceedings of the First International Symposium on Wood Tar and Pitch, State Archaeological Museum, Warsaw*, 192-196.
- Lewis, H.T., 1982: Fire technology and resource management in aboriginal North America and Australia. In: Williams N.M., & E.S. Hunn (red.), *Resource managers: North American and Australian hunter-gatherers*, Westview Press, Boulder, CO: 45-67.
- Lohof, E., 2008: *Programma van Eisen Almere Haven; Maatweg – Meesweg – Meentweg*, PvE nr.: 08-257; ADC nr.: 4108806, Amersfoort.
- Lohof, E., Hamburg T.D., & J. Flamman, 2011: *Steentijd opgespoord, Archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn*, (Archolrapport 138/ ADCrapport 2576), Leiden/Amersfoort.
- Makaske, B., D.G. van Smeerdijk, H. Peeters, J.R. Mulder & T. Spek, 2003: Relative water-level rise in the Flevo lagoon (the Netherlands), 5300-2000 cal. yr BC: an evaluation of new and existing basal peat time-depth data, *Netherlands Journal of Geosciences/Geologie en Mijnbouw* 82 (2), 115-131.



- Mason, S.L.R., 2000: Fire and Mesolithic Subsistence – managing Oaks for Acorns in Northwest Europe? *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 164, 139-150.
- McParland, L.C., M.E. Collinson, A.C. Scott & G. Campbell, 2009: The use of reflectance values for the interpretation of natural and anthropogenic charcoal assemblages, *Archaeological and Anthropological Sciences* 1, 249-261.
- McParland, L.C., M.E. Collinson, A.C. Scott, G. Campbell & R. Veal, 2010: Is Vitrification in charcoal a result of high temperature burning of wood? *Journal of Archaeological Science* 37, 2679-2687.
- Menke, U., E. van de Laar & G. Lensenink, 1998: *De geologie en bodem van Zuidelijk Flevoland*, (Flevobericht, 415), Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied, Lelystad.
- Mellars, P.A., 1975: Ungulate populations, economic patterns and the Mesolithic landscape. In: J.G. Evans, S. Limbrey & H. Cleere (red.): *The effect of man on the landscape: the Highland Zone*. (Council for British Archaeology Research Report, 11), Londen, 57-63.
- Mellars, P.A., 1976: Fire ecology, animal populations and man: a study of some ecological relationships in prehistory, *Proceedings of the Prehistoric Society* 42, 15-45.
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson, 1991: *Pollen analysis*, second edition. Blackwell, Oxford.
- Moor, de, J.J.W., J.A.A. Bos, M.T.I.J. Bouman, C. Moolhuizen, R. Exaltus, F.P.A. Maartense & T.J.M. Van der Linden, 2009: *Definitief Archeologisch Onderzoek in het tracé van de Hanzelijn in het Nieuwe Land. Een interdisciplinair geo-archeologische waardering van het begraven landschap van Oostelijk Flevoland*. Deltares, Delft.
- Mulder, E.F.J. de, M.C. Geluk, I.L. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong, 2003, *De ondergrond van Nederland*. Wolters Noordhoff, Groningen.
- Opbroek, M., & J. de Moor, 2008: *Almere Haven: Maatweg – Meesweg – Meentweg. IVO-proefsleuven. Hoogwaardig Booronderzoek*, (Intern evaluatieverslag ADC), Amersfoort.
- Peeters, H., 2006: Sites, landscapes and uncertainty: on the modelling of the archaeological potential and assessment of deeply-buried Stone Age landscapes in the Flevoland polders (The Netherlands). In: E. Rensink & H. Peeters (red.), *Preserving the Early Past. Investigation, selection and preservation of Palaeolithic and Mesolithic sites and landscapes*. (Nederlandse Archeologische Rapporten, 31), Amersfoort, 167-183.
- Peeters, H., B. Makaske, J. Mulder, A. Otte-Klomp, D. van Smeerdijk, S. Smit & Th. Spek, 2002: Elements for archaeological heritage management: assessing the archaeological potential of drowned Mesolithic and Early Neolithic landscapes in southern Flevoland and the possibilities of geochemical analysis for the detection of deep-buried sites. *Berichten Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek* 45, 81-124.
- Peterken, G.F., 1996: *Natural Woodland*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Plassche, O. van de, 1982: Sea-level change and water-level movements in the Netherlands during the Holocene, *Mededelingen van de RijksGeologische Dienst* 36 (1), 1-93.
- Plassche, van de, O., S.P.J. Bohncke, B. Makaske & J. Van der Plicht, 2005: Water-level changes in the Flevo area, central Netherlands (5300-1500 BC): implications for relative mean sea-level rise in the Western Netherlands, *Quaternary International* 133/134, 77-93.
- Prangma, N.M., & D.A. Gerrets (red.), 2009: *Hanzelijn Tunnel Drontermeer: verbinding tussen Oude en Nieuwe Land. Een Archeologische Begeleiding bij de Sallanddijk en een compenserend archeologisch onderzoek in gebied XVI*, (ADCrapport, 1601), Amersfoort.
- Punt, W., 1976-2003: *The Northwest European Pollen Flora*, vol I (1976); vol II (1980); vol III (1981); vol IV (1984); vol V (1988); vol VI (1991); vol VII (1995); vol VIII (2003). Elsevier scientific Publishing Company, Amsterdam.
- Raemakers, D., A. Borsboom & A. Müller, 2006: Unlocking the treasure chest of Dutch Stone Age archaeology. Archaeological management in the drowned landscapes of Flevoland. In E. Rensink & H. Peeters (red.): *Preserving the Early Past; Investigation, selection and preservation of Palaeolithic and Mesolithic sites and landscapes*, (Nederlandse Archeologische Rapporten, 31), Amersfoort: 185-200.
- Roeleveld, W., & W. Gotjé, 1993: Holocene waterspiegelontwikkeling in de Noordoostpolder in relatie tot zeespiegelbewegingen en kustontwikkeling. In: W. Gotjé, *De Holocene laagveenontwikkeling in de randzone van de Nederlandse kustvlakte (Noordoostpolder)*, Vrije Universiteit, Amsterdam, 76-86.
- Ryan, P.A., & J.J. Blackford, 2010: Late Mesolithic environmental change at Black Heath, south Pennines, UK: a test of Mesolithic woodland management models using pollen, charcoal and non-pollen palynomorph data. *Vegetation History and Archaeobotany* 19, (5/6), 545-558.
- Schweingruber, F.H., 1982: *Mikroskopische Holzanatomie*, Birmensdorf.
- Simmons, I.G., 1969: Evidence for vegetation changes associated with Mesolithic man in Britain. In: P.J. Ucko & G.W. Dimbleby (red.): *The domestication and exploitation of plants and animals*, Duckworth, Londen, 111-119.



- Simmons, I.G., 1975a: Towards an ecology of Mesolithic man in the uplands of Great Britain, *Journal of Archaeological Science* 2, 1-15.
- Simmons, I.G., 1975b: The ecological setting of Mesolithic man in the highland zone. In: J.G. Evans, S. Limbrey & H. Cleere (red.): *The effect of man on the landscape: the Highland Zone*. (Council for British Archaeology Research Report, 11), Londen, 57-63.
- Simmons, I.G., 1996: *The environmental impact of later Mesolithic cultures*, Edinburgh University Press, Edinburgh.
- Simmons, I.G., & J.B. Innes, 1987: Mid-Holocene adaptations and Later Mesolithic forest disturbance in Northern England, *Journal of Archaeological science* 14, 385-403.
- Stewart, O.C., 1956: Fire as the first great force employed by man. In: W.L. Thomas (red.): *Man's role in changing the face of the earth*, University Press, Chicago: 115-133.
- Tallis, J.H., & V.R. Switsur, 1990: Forest and moorland in the south Pennine uplands in the mid-Flandrian period. II. The hillslope forests, *Journal of Ecology* 78, 857-883.
- Vos, P.C., 2003: *Geologisch profiel Hanzelijntracé. Geologisch onderzoek ten behoeve van de archeologische bureaustudie Nieuwe Land (Flevoland) en Oude Land (Kamperveen)*. (TNO-rapport NITG 03-006-B), Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen-TNO, Utrecht.
- Visscher, H.C.J., 2006: *Basisrapportage vooronderzoek waardestelling, selectieadvies tekst bestemmingsplan. Plangebied 1P1/1P2 Almere Overgooi*, (Archeologische rapporten Almere, 22) Almere.
- Whitehouse, N.J., & D.N. Smith, 2004: „Islands’ in Holocene forests: Implications for forest openness, landscape clearance and „culture-steppe’ species, *Environmental Archaeology* 9, 203-212.
- Whitlock, C., & C. Larsen, 2001: Charcoal as a fire proxy. In J.P. Smol, H.J.B. Birks & W.M. Last (red.), *Tracking environmental change using lake sediments, Volume 3*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 75-97.

Websites

www.soortenbank.nl

<http://www.wur.nl/NL/nieuwsagenda/archief/nieuws/2009/Brand090224.htm>

Lijst van afbeeldingen

- Afb. 1. Locatie van het onderzoeksgebied op de topografische kaart.
- Afb. 2. Alle putten overzicht, locatie boorraai.
- Afb. 3. Bemonstering van de profielen.
- Afb. 4. Overzicht boringen op AHN.
- Afb. 5. Aanleg bronnering.
- Afb. 6. Vakkenplan 1x1m. Vakken in grijs zijn de bemonsterde vakken d.m.v. boringen.
- Afb. 7. Segment-indeling /nummering.
- Afb. 8. Aanleg vlak 2; sporenvak.
- Afb. 9. Schematische weergave van het transect van de dekzandrug naar de aangrenzende depressie en de locatie van de onderzochte drie boorkernen en pollenbak.
- Afb.10. Geïdealiseerde curve van de pollenneerslag bij toenemende afstand tot de bron ven verspreiding (bron: Janssen 1974).
- Afb.11. De constructie van een waterstandscurve aan de hand van basisveendateringen. Door de ouderdom uit te zetten tegen de diepteligging van het monster kan de ontwikkeling van de waterstand worden gereconstrueerd (A); uiteindelijk is met behulp van deze methode de stijging van de zeespiegel voor o.a. west Nederland gereconstrueerd (B) (naar Kiden *et al.*2008).
- Afb. 12. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 1.
- Afb. 13. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 2.
- Afb. 14. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 3.
- Afb. 15. Verspreiding houtskool in bulkboringen put 4.
- Afb. 16. Overzicht put 1 opgegraven segmenten en sporen.
- Afb. 17. Overzicht put 2 opgegraven segmenten en sporen.



- Afb. 18. Natuurlijke sporen. Put 2, vlak 2.
Afb. 19. Put 1, vlak 2, spoor 1, kuil.
Afb. 20. Put 2, vlak 2, spoor 4, paalspoor?
Afb. 21. Onregelmatig wit zand laagje. Put 1 zuidprofiel.
Afb. 22. Pollendiagram uit de depressie naast de dekzandrug (AO-K2), kern 2.
Afb. 23. Pollendiagram uit het midden van de depressie naast de dekzandrug (AO-K1). Kern 1 ligt het meest ver verwijderd van de dekzandrug.
Afb. 24. Pollendiagram van de flank van de dekzandrug (AO-K3), kern 3.
Afb. 25. Pollendiagram van de pollenbak op de dekzandrug (AO-515).
Afb. 26. Correlatie van de hoofddiagrammen van de vier verschillende pollendiagrammen gerangschikt per pollenzone in de tijd.
Afb. 27. Naaldhout met verglaasd kool (vnr.442). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).
Afb. 28. Wortelfragmenten verkoold, half verkoold en onverkoold uit de basis van het basisveen (vnr.442). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).
Afb.29. Wortelfragmenten verkoold, half verkoold en onverkoold uit de A-horizont (vnr. 496). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).
Afb. 30. Verglaasde kool uit de BC-horizont (vnr.453). Foto: M. van Waijjen (BIAX Consult).
Afb. 31. Pollenbakken 527 (rechts) en 528 (links) in zuidprofiel put 1.
Afb. 32. Schematische weergaven van de twee modellen uit Brown 1997, 140.
Afb. 33. Vegetatiereconstructie van het landschap.
Afb. 34. Paleoreliëf met prehistorische vindplaatsen rond de onderzoeklocatie.

Lijst van tabellen

- Tabel 1. Overzicht van de verschillende (pre)historische perioden.
Tabel 2. Overzicht algemene laagnummering met omschrijving.
Tabel 3. Administratieve gegevens houtskoolmonsters.
Tabel 4. Geselecteerde houtskoolmonsters voor ¹⁴C-dateringen.
Tabel 5. Overzicht Antropogene Sporen.
Tabel 6. Vuursteen vondsten.
Tabel 7. Resultaten waardering pollenmonsters.
Tabel 8. Resultaten inventariserend houtskoolonderzoek.
Tabel 9. Resultaten houtskoolanalyse.
Tabel 10. Overzicht van de ¹⁴C-dateringen.
Tabel 11. Mason 2000, 140. *Reasons for Mesolithic woodland burning*.
Tabel 12. Scoretabel waardstelling (naar KNA, versie 3.1).

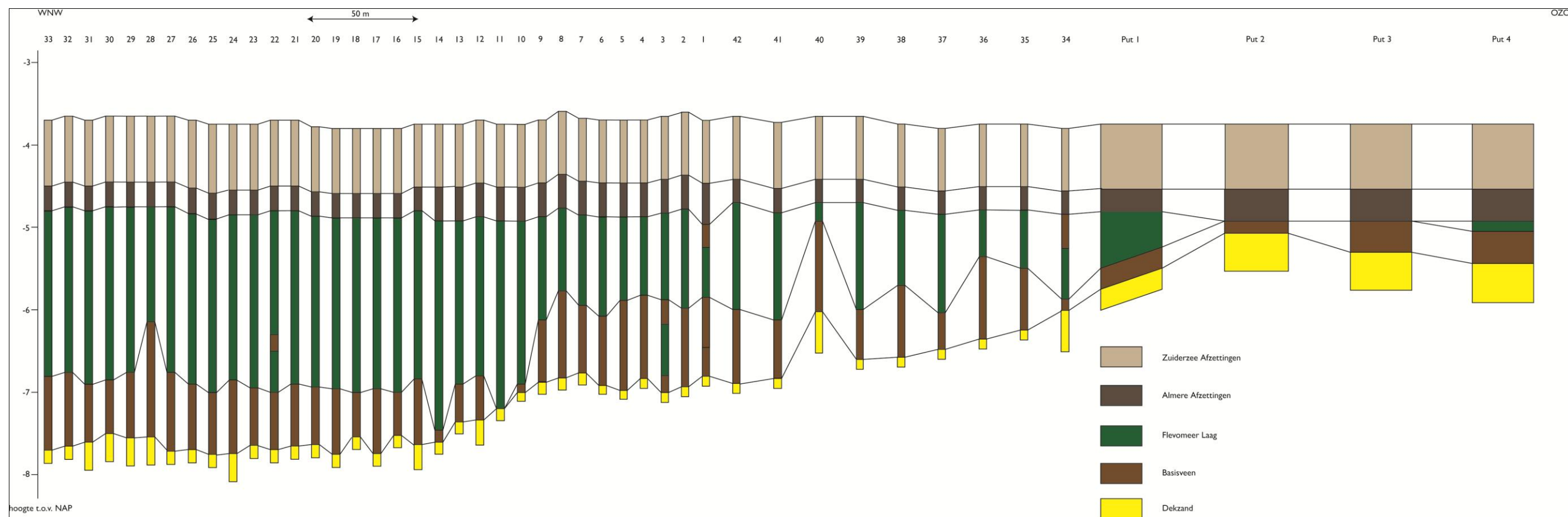


Bijlagen



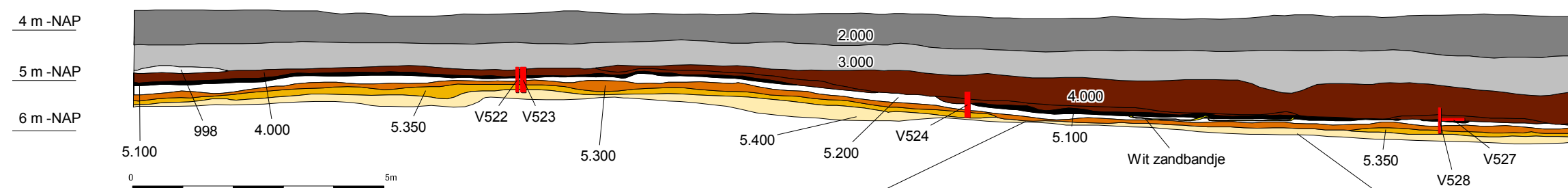
Bijlage 1A Overzicht Boringen en profielen transect

J.J.W. de Moor (Earth Integrated Archaeology)

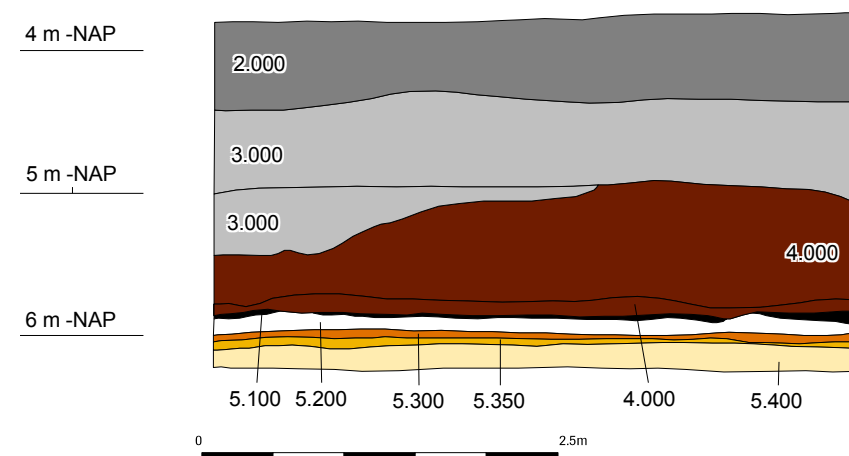
















Put 1 Zuidprofiel (vlak 103)
van Oost naar West

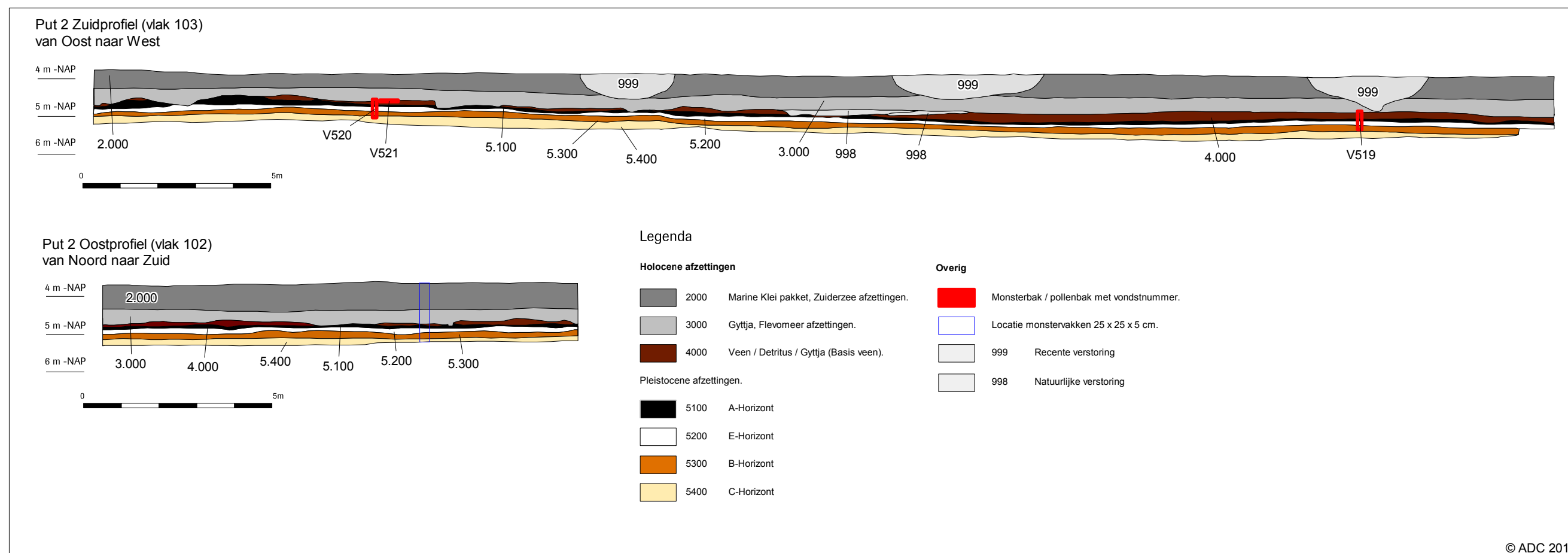


Put 1 Westprofiel (vlak 104)
van Zuid naar Noord



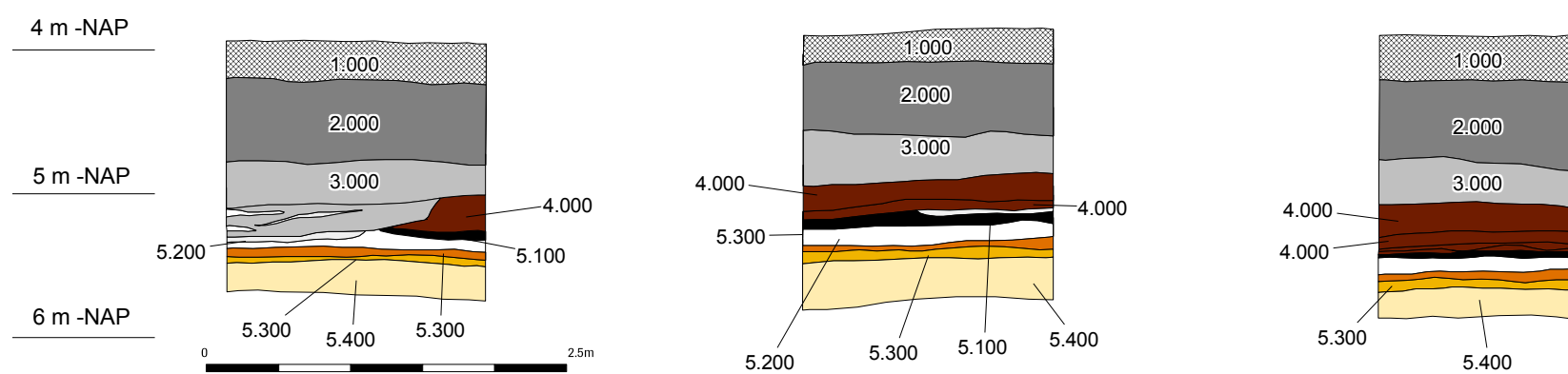
Legenda

Holocene afzettingen		Overig	
	2000 Marine Klei pakket, Zuiderzee afzettingen.		Monsterbak / pollenbak met vondstnummer.
	3000 Gytja, Flevomeer afzettingen.		Wit zandbandje
	4000 Veen / Detritus / Gytja (Basis veen).		999 Recente verstoring
Pleistocene afzettingen			998 Natuurlijke verstoring
	5100 A-Horizont		
	5200 E-Horizont		
	5300 B-Horizont		
	5350 BC-Horizont		
	5400 C-Horizont		

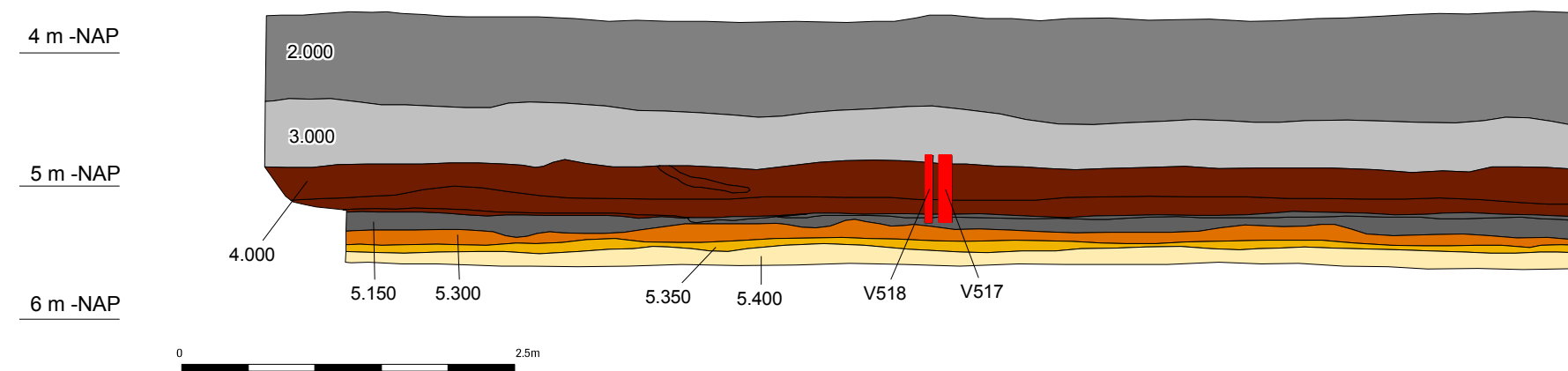




Put 3 Zuidprofiel (vlak 103)
van Oost naar West Kolom 1 t/m 3



Put 3 Westprofiel (vlak 104)
van Zuid naar Noord

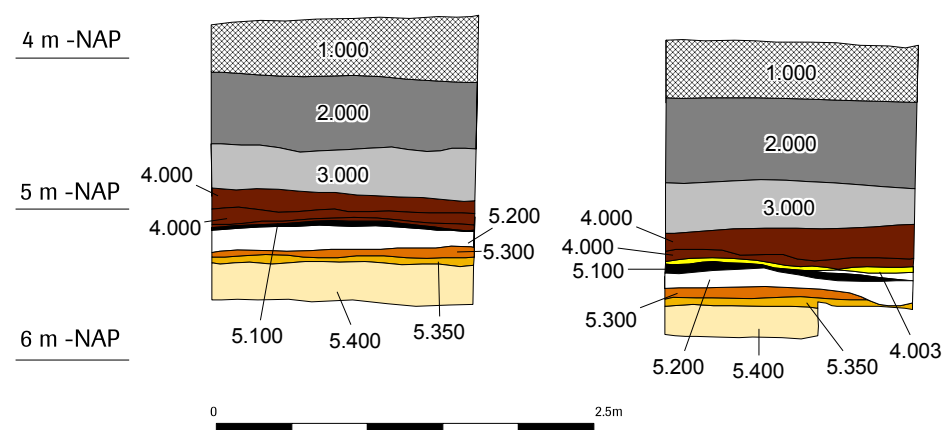


Legenda

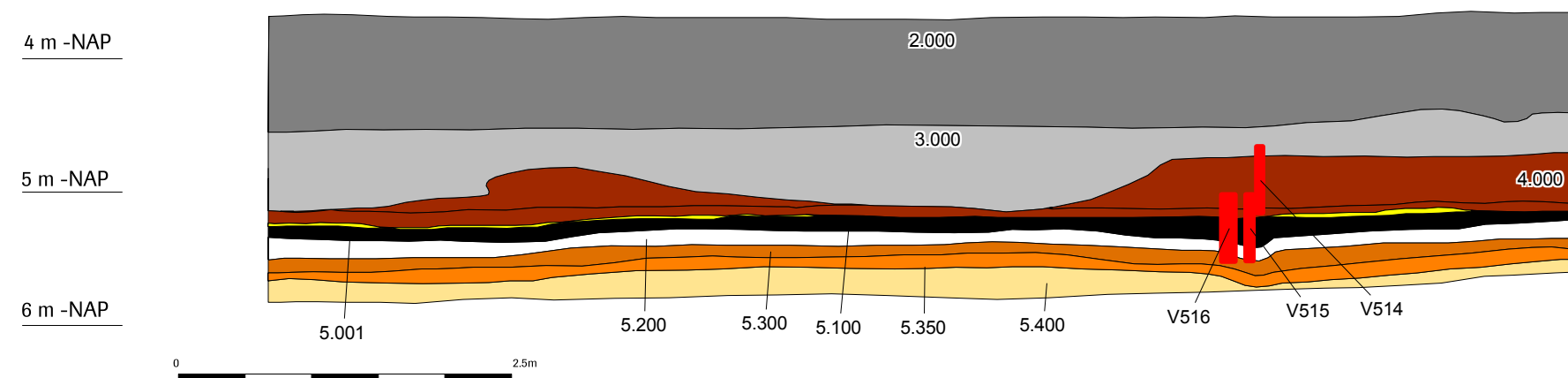
- Holocene afzettingen**
- 1000 Bouwvoor.
 - 2000 Marine Klei pakket, Zuiderzee afzettingen.
 - 3000 Gytja, Flevomeer afzettingen.
 - 4000 Veen / Detritus / Gytja (Basis veen).
- Pleistocene afzettingen.**
- 5100 A-Horizont
 - 5150 AE gemengt
 - 5200 E-Horizont
 - 5300 B-Horizont
 - 5350 BC-Horizont
 - 5400 C-Horizont
- Overig**
- Monsterbak / pollenbak met vondstnummer.
 - 999 Recente verstoring
 - 998 Natuurlijke verstoring



Put 4 Zuidprofiel (vlak 103)
van Oost naar West kolom 1 en 2



Put 4 Oostprofiel (vlak 102)
van Noord naar Zuid



Legenda

Holocene afzettingen

- 1000 Bouwvoor.
- 2000 Marine Klei pakket, Zuiderzee afzettingen.
- 3000 Gytja, Flevomeer afzettingen.
- 4000 Veen / Detritus / Gytja (Basis veen).

Pleistocene afzettingen.

- 5100 A-Horizont
- 5150 AE gemengt
- 5200 E-Horizont
- 5001 Erosief zandbandje
- 5300 B-Horizont
- 5350 BC-Horizont
- 5400 C-Horizont

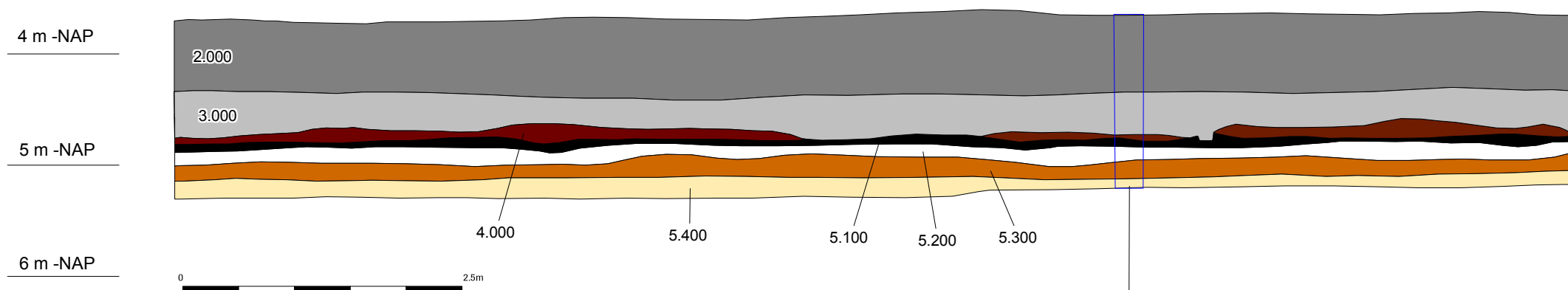
Overig

- Monsterbak / pollenbak met vondstnummer.
- 999 Recente verstoring
- 998 Natuurlijke verstoring



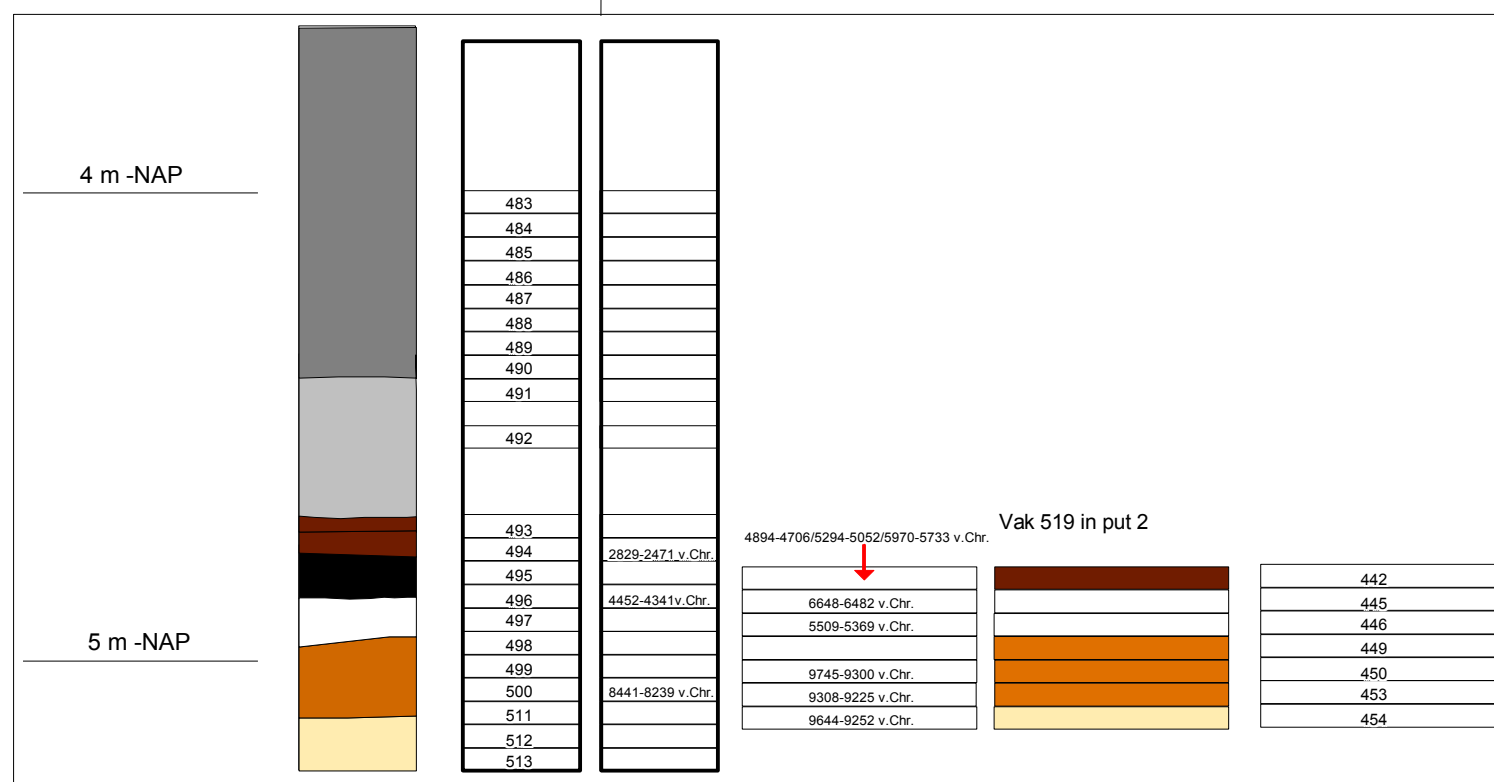
Bijlage 1B Overzicht Oostprofiel Put 2, bemonsterde segmenten en dateringen

Put 2 Oostprofiel (vlak 102) van Noord naar Zuid.
25 x 25 x 5 cm segmenten profielkolom en 50 x 50 x 5 cm eenheden vak 519



Legenda

- Holocene afzettingen**
- 2000 Marine Klei pakket, Zuiderzee afzettingen.
 - 3000 Gytja, Flevomeer afzettingen.
 - 4000 Veen / Detritus / Gytja (Basis veen).
- Pleistocene afzettingen.**
- 5100 A-Horizont
 - 5200 E-Horizont
 - 5300 B-Horizont
 - 5400 C-Horizont
- Overig**
- Locatie monstervakken 25 x 25 x 5 cm.
 - 999 Recente verstoring
 - 998 Natuurlijke verstoring





Bijlage 1C Begemannboringen

J.J.W. de Moor (*Earth Integrated Archaeology*)



Boring 1

LAAG	DIEPTE NAP (m)		BESCHRIJVING	LITHOSTRATIGRAFIE
	VAN	TOT		
1	-3.71	-4.04	KLEI, matig siltig Met schelpresten.	Zuiderzee Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
2	-4.04	-4.74	KLEI, sterk siltig, zwak humeus	Almere Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
3	-4.74	-5.77	KLEI, matig siltig, matig humeus	Almere Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
4	-5.77	-6.26	VEEN, sterk kleig	Flevomeer Laag (Formatie van Nieuwkoop)
5	-6.26	-6.71	VEEN, zwak kleig	Flevomeer Laag (Formatie van Nieuwkoop)
6	-6.71	-7.57	VEEN, mineraalarm	Basisveen (Formatie van Nieuwkoop)
7	-7.57	-7.79	ZAND, zwak siltig, zwak humeus Met leemstukjes. ZM=0.175 mm	Dekzand (Formatie van Bortel)
8	-7.79	-8.07	ZAND, zwak siltig Enkele plantenresten. ZM=0.175 mm	Dekzand (Formatie van Bortel)
9	-8.07	-8.47	ZAND, matig siltig Met plantenresten en enkele silttaagjes. ZM=0.150 mm	Dekzand (Formatie van Bortel)
10	-8.47	-8.66	ZAND, zwak siltig Enkele houtstukjes. ZM=0.210 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviaal en fluvo(per)glaciaal
11	-8.66	-9.17	ZAND, zwak siltig Enkele grindstukjes. ZM=0.175 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviaal en fluvo(per)glaciaal
12	-9.17	-9.51	ZAND, uiterst siltig Met leemstukken en grindstukjes. ZM=0.090 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviaal en fluvo(per)glaciaal
13	-9.51	-9.61	LEEM, zwak zandig	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviaal en fluvo(per)glaciaal



LAAG	DIEPTE NAP [m]		BESCHRIJVING	LITHOSTRATIGRAFIE
	VAN	TOT		
1	-3.64	-4.27	KLEI, matig siltig Met schepresten.	Zuidzee Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
2	-4.27	-4.64	KLEI, sterk siltig, zwak humeus	Ainere Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
3	-4.64	-5.52	KLEI, matig siltig, matig humeus	Ainere Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
4	-5.52	-5.86	VEEN, sterk kleig Met salindalingen.	Flevomeer Laag (Formatie van Nieuwkoop)
5	-5.86	-6.76	VEEN, mineraalarm	Basisveen (Formatie van Nieuwkoop)
6	-6.76	-6.91	ZAND, zwak siltig, matig humeus ZM=0,175 mm	Dekzand (Formatie van Boxtel)
7	-6.91	-7.52	ZAND, zwak siltig ZM=0,175 mm	Dekzand (Formatie van Boxtel)
8	-7.52	-7.75	ZAND, zwak siltig, zwak humeus Enkele veenlaagjes. ZM=0,210 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
9	-7.75	-7.94	ZAND, zwak siltig ZM=0,125 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
10	-7.94	-8.04	ZAND, matig siltig, zwak humeus ZM=0,105 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
11	-8.04	-8.24	ZAND, zwak siltig Enkele grindstukjes. ZM=0,125 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
12	-8.24	-8.39	LEEM, zwak zandig	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
13	-8.39	-8.74	ZAND, matig siltig Enkele siltlaagjes. ZM=0,175 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
14	-8.74	-8.91	GRIND, sterk zandig	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
15	-8.91	-9.24	ZAND, sterk siltig Met leemstukken. ZM=0,125 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal
16	-9.24	-9.62	ZAND, matig siltig ZM=0,125 mm	Oudere Pleistocene afzettingen, fluviatiel en fluvoïpeen/glaciaal



Boring 2



Boring 3

LAAG	DEPTE NAP [m] VAN TOT	BESCHRIJVING	LITHOSTRATIGRAFIE
1	-3.75 -4.10	KLEI, matig siltig Met schelpresten.	Zuiderzee Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
2	-4.10 -4.70	KLEI, sterk siltig, zwak humeus	Almere Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
3	-4.70 -5.48	KLEI, matig siltig, matig humeus	Almere Afzettingen (Formatie van Naaldwijk)
4	-5.48 -5.63	VEEN, zwak kleig Met siltlaagjes en -stukjes.	Fluorneer Laag (Formatie van Nieuwkoop)
5	-5.63 -6.44	VEEN, mineraalarm	Basiseveen (Formatie van Nieuwkoop)
6	-6.44 -6.57	ZAND, zwak siltig, zwak humeus ZM=0.175 mm	Dekzand (Formatie van Boxtel)
7	-6.57 -7.32	ZAND, zwak siltig Met houtstukjes. ZM=0.175 mm	Dekzand (Formatie van Boxtel)
8	-7.32 -7.98	ZAND, matig siltig Enkele houtstukjes. ZM=0.150 mm	Oudere Pleistoocene afzettingen, fluviatiel en fluvi(per)glaciaal
9	-7.98 -8.30	ZAND, zwak siltig Met siltlaagjes en houtstukjes. ZM=0.150 mm	Oudere Pleistoocene afzettingen, fluviatiel en fluvi(per)glaciaal
10	-8.30 -8.49	LEEM, zwak zandig Met houtstukjes.	Oudere Pleistoocene afzettingen, fluviatiel en fluvi(per)glaciaal
11	-8.49 -8.67	ZAND, sterk siltig ZM=0.105 mm	Oudere Pleistoocene afzettingen, fluviatiel en fluvi(per)glaciaal
12	-8.67 -8.79	LEEM, sterk zandig met grindstukken en een zandlaag	Oudere Pleistoocene afzettingen, fluviatiel en fluvi(per)glaciaal



Bijlage 2 Bodemmicromorfologisch onderzoek Almere Overgooi

K. van Kappel (ADC) en R. Exaltus (EGM); mei 2010

8.1 Inleiding

Tijdens een opgraving aan de Overgooi in de gemeente Almere zijn in 2009 door het Archeologisch Diensten Centrum (ADC) monsters genomen ten behoeve van bodemmicromorfologisch onderzoek. Het betreft hier de pollenbakken met vondstnummers 527 en 528.

Uit deze pollenbakken zijn monsters verzameld ten behoeve van bodemmicromorfologisch onderzoek.

8.2 Bemonstering en monsterverwerking

De pollenbakken 527 en 528 hebben beiden een hoogte van 50 cm en een breedte van 10 cm. Uit bak 528 zijn boven elkaar drie monsters genomen van elk 15 cm hoogte en drie cm breedte. Op deze manier is het traject tussen 3 en 48 cm beneden de top van de pollenbak bemonsterd. Uit bak 527 zijn horizontaal naast elkaar drie monsters genomen van elk 15 cm breedte en 3 cm hoogte. De monsters zijn per drie tot één slijpplaat verwerkt. Hiertoe zijn de monsters klimaatsgedroogd en daarna geïmpregneerd met een kleurloze onverzadigde polyesteroplossing. Na verdamping van het grootste gedeelte van de aceton uit deze oplossing zijn de monsters verhard. De slijpplaat van 15 x 9 cm met een dikte van 25 µm is gemaakt uit de kern van het verharde blok, om verstoringen zoveel mogelijk uit te sluiten.

De preparatiemethode is beschreven in Jongerius en Heintzberger (1975).

De analyse is uitgevoerd door K. van Kappel, junior bodemmicromorfoloog bij het ADC en R. Exaltus, bodemmicromorfoloog bij EGM, en heeft in mei 2010 plaatsgevonden.

De slijpplaten zijn geanalyseerd met een polarisatie lichtmicroscop met vergrotingen tot 250 maal. Bij de analyse is gebruik gemaakt van de hiervoor gangbare handboeken (Bullock *et al* 1985 en Courty *et al* 1989).

Vraagstelling

Tijdens het onderzoek stonden de volgende vragen centraal:

- Zijn in de top van het dekzand (de A- en E-horizonten) indicaties aanwezig voor bodembewerking (hak- of ploegbouw) dan wel andere indicaties die wijzen op menselijke activiteiten (betreding, *trampling*, antropogene sporen of resten daarvan)?
- Zijn er op het dekzand en in het veen op de flank van de dekzandrug indicaties voor verstuingen (zandlenzen in het veen)?
- Waar is het podzolprofiel geheel of gedeeltelijk aanwezig? Wat is de betekenis, aard en oorsprong van het witte zandbandje in het podzolprofiel in put 1?
- Hoe is de overgang van de top van het Pleistoceen naar het afdekkende substraat (o.a. veen)?
- Zijn er successiefasen in het veen?
- Wat voor soort veen is het (al dan geen basisveen)?
- Wat is de datering van de onderkant van het afdekkende veen (veen op dekzand)?
- Wat is de datering van de eventuele erosie van de top van het Pleistoceen?
- Zijn in het veen aanwijzingen aanwezig die wijzen op bewoning op de nabijgelegen dekzandrug? Zijn er veraarde veenlagen aanwezig of andere aanwijzingen die wijzen op "winning" of gebruik van het veen?

Leeswijzer

Het resultaat is weergegeven in een schematische overzichtsfiguur waarbij de in elk van de afzonderlijke trajecten onderscheiden verschijnselen als volgt zijn gekwantificeerd.

- ++ komt veel voor / sterk ontwikkeld
- + komt regelmatig voor / matig ontwikkeld
- +/- komt hier en daar voor / zwak ontwikkeld
- ontbreekt nagenoeg / hier en daar enigszins zichtbaar
- volledig afwezig/ niet ontwikkeld

Vervolgens is een beschrijving gegeven van de aangetroffen verschijnselen.



8.3 Beschrijving

Algemeen; het zand zoals dat in nagenoeg alle hieronder beschreven materiaaltypen voorkomt, komt qua grootteklassen en mate van afronding overeen met het zand zoals beschreven voor laag 6.

Laag 1 deze laag bestaat overwegend uit zeer fijn zand waarin de zandkorrels van elkaar gescheiden worden door een grote hoeveelheid tussenliggend organisch materiaal. Dit type materiaal komt altijd bovenin de top van het zand voor en wordt vaak afgedekt door veen. Er zijn talrijke goed geconserveerde plantenresten aangetroffen. De plantenresten vertonen sporen van afronding. Langgerekte plantenresten liggen horizontaal.

Laag 2 bestaat uit een zandmassa waarin de zandkorrels van elkaar gescheiden worden door tussenliggende ruwe humus. De ruwe humus bestaat uit sterk veraard organisch materiaal en lijkt voor een belangrijk deel uit de afbraakresten van planten te bestaan. Slechts hier en daar komt enige moderhumus voor. Op 8 en 19 cm onder de top van het bemonsterde profiel ligt in deze laag een circa 5 mm dik laagje schoon zand met daarop een circa 5 mm dik laagje sterk veraarde plantenresten. Deze zijn van dezelfde grootte en samenstelling als de plantenresten die de ruwe humus vormen in het onder- en bovenliggende zand. De monsters uit pollenbak 527 zijn speciaal genomen om dit laagje over een langer traject te bemonsteren. Het blijkt hierbij om een eenvormig verschijnsel te gaan waarin nauwelijks enige variatie is vast te stellen.

Onderin laag 2 is pyriet gevormd.

Laag 3 bestaat uit een zandmassa waarin de zandkorrels van elkaar gescheiden worden door plantenresten en tussenliggende ruwe humus die regelmatig is afgebroken tot moderhumus.

Laag 4 bestaat uit een zandmassa met organische resten die geheel of gedeeltelijk zijn afgebroken tot moderhumus. Dergelijke moderhumus vormt vaak de vulling van graafgangen.

Laag 5 bestaat uit zandkorrels met in meer of mindere mate ontwikkelde huidjes van stofhumus en ijzer. De zandkorrels zijn niet aaneen gekit. Op de overgang van deze laag met de onderliggende laag komt een opgevulde graafgang met restanten moderhumus en een brokje houtskool voor.

Laag 6 bestaat uit vrijwel schoon, kalkloos, onregelmatig los gepakt zand van ongesorteerde korrels. De korrels zijn matig tot sterk afgerond. Qua grootte ligt ongeveer 60 % van de korrels tussen 150 – 210 micron Ø (matig fijn) en ongeveer 30 % tussen 210 – 300 micron (matig grof). Ongeveer 10% behoort tot een fijnere of een grovere klasse met uitlopers tot 40 en 800 micron. Samenstelling: voornamelijk kwarts.

8.4 Interpretatie

De basis van het bemonsterde profiel bestaat uit schoon zand dat geïnterpreteerd wordt als de C-horizont (laag 6). De C-horizont gaat geleidelijk over in de BC-horizont (laag 5). De BC-horizont is ontstaan in een zuurder geworden milieu waardoor podzolering kon plaatsvinden. Hierdoor is humus vanuit de bovenliggende B-horizont vervloeid en als huidjes rondom de zandkorrels afgezet. De B-horizont bestaat uit een moder B-horizont (laag 4). Moderhumus wordt gevormd door de excrementen van bodemdieren en vormt vaak de vulling van graafgangen. De moder B-horizont gaat geleidelijk aan over in een laag waarin de zandkorrels gescheiden worden door ruwe humus. De ruwe humus lijkt voornamelijk te bestaan uit sterk veraard organisch materiaal. De plantenresten komen in alle stadia van afbraak voor. De laag wordt geïnterpreteerd als de oorspronkelijke top van het dekzand, de A-horizont (laag 3). Op deze laag ligt een enkele millimeters dik zandlaagje bestaande uit schoon fijn zand. Naar alle waarschijnlijkheid vormt dit zandlaaglaagje een spoellaagje dat is ontstaan tijdens een plotselinge overstroming in het zandgebied. Hierbij is het bovenste laagje zand opgewerveld waarbij het zand en de tussenliggende humusdeeltjes van elkaar gescheiden zijn. De relatief zware zandkorrels zijn direct weer bezonken terwijl de veel lichtere humusdeeltjes nog wat langer door het water in suspensie werden gehouden. Vervolgens zijn deze als een dun, donker laagje op het schoon gewassen zand bezonken. Deze gebeurtenis leidde de vernatting van het landschap in. Dit blijkt uit het snel afnemen van de hoeveelheid moderhumus in het zand boven het spoellaagje en uit de aanwezigheid van pyriet in laag 2. Pyriet ontstaat onder natte en zuurstofloze condities waarin ijzer-zwavel-verbindingen ontstaan. Waarschijnlijk is het zand boven het spoellaagje van elders aangevoerd tijdens een volgende (fase van de) overstroming. Hierbij is het materiaal waaruit laag 2 bestaat van een hoger gelegen deel van het dekzandlandschap afgespoeld en vervolgens als het ware als een dunne deken over lager gelegen delen van het dekzandlandschap uitgespreid.



Doordat hierin opnieuw een A-horizont ontstond (zij het onder iets nattere en zuurdere omstandigheden), is deze laag met het blote oog niet te onderscheiden van de A-horizont onder de spoellaag. Aan de top van de nieuwe A-horizont ligt eveneens een spoellaagje dat uit schoon zand met daarop een laagje humus, bestaat. De goed geconserveerde afgeronde plantenresten in de top van het bemonsterde profiel geven aan dat deze laag de top vormt van een waterbodembodem waarin het zand enigszins werd opgewerveld en heen en weer bewoog. Hierdoor kwamen tussen de zandkorrels, goed geconserveerde, afgeronde plantenresten terecht.

8.5 Conclusies

Aan de hand van het bodemmicromorfologisch onderzoek kunnen de gestelde vragen als volgt beantwoord worden:

- Zijn in de top van het dekzand (de A- en E-horizonten) indicaties aanwezig voor bodembewerking (hak- of ploegbouw) dan wel andere indicaties die wijzen op menselijke activiteiten (betreding, *trampling*, antropogene sporen of resten daarvan)?

In het bemonsterde profiel zijn in het geheel geen indicatoren aangetroffen die wijzen op antropogene invloeden.

- Zijn er op het dekzand en in het veen op de flank van de dekzandrug indicaties voor verstuingen (zandlenzen in het veen)?

Na de vorming van het spoellaagje is opnieuw een laag dekzand afgezet. Gezien de vernatting van het gebied ligt het eerder voor de hand dat dit zand is afgezet door water dan door de wind.

- Waar is het podzolprofiel geheel of gedeeltelijk aanwezig? Wat is de betekenis, aard en oorsprong van het witte zandbandje in het podzolprofiel in put 1?

Vanaf 11 cm onder de top van het bemonsterde profiel is het oorspronkelijke podzolprofiel aanwezig. De twee witte zandbandjes die zijn afgezet op respectievelijk 8 en 19 cm onder de top van het bemonsterde profiel vormen spoellaagjes die zijn ontstaan doordat tijdens overstromingen het aan het oppervlak liggende zand is gescheiden van de tussenliggende humus. Doordat het zand eerder bezonk dan de veel lichtere humusdeeltjes, ontstond een laagje schoon zand met daarbovenop een dun laagje humus.

- Hoe is de overgang van de top van het Pleistoceen naar het afdekkende substraat (o.a. veen)?

De top van de bemonsterde afzettingen bestaat hier uit zand dat de top vormde van een waterbodembodem. De aanwezigheid hierin van goed geconserveerde plantenresten geeft aan dat in de directe nabijheid plantengroei plaatsvond. Binnen het bemonsterde profiel is echter geen veen aanwezig. Dit betekent dat aan de hand van de analyse-resultaten van de slijpplaat-monsters, de overige onderzoeksvragen (die allemaal betrekking hebben op veen), niet beantwoord kunnen worden.

Literatuur

Bullock, P., N. Federoff, A. Jongerius, G.J. Stoops & T. Turstina, 1985. Handbook for thin section description. Wolverhampton.

Courty, M.A., P. Goldberg & R. Macphail, 1989. Soils and micromorphology in archaeology. Cambridge university press, Cambridge

Jongerius, A. & Heintzberger, G., 1975. Methods in soil micromorphology; a technique for the preparation of large thin sections. Soil survey papers 10., Soil Survey Institute, Wageningen, The Netherlands.



Bijlage 3 ^{14}C -dateringen

Prof. Dr. P.M.Grootes
Leibniz Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung
Max-Eyth-Str. 11-13
D-24118 Kiel,
Christian-Albrechts-Universität Deutschland
Kiel
Telefon: 0049 431 880 3894
Telefax: 0049 431 880 7401
E-Mail: pgrootes@leibniz.uni-kiel.de

The samples were checked under the microscope and an appropriate amount of material was selected for dating. The selected material was then extracted with 1 % HCl, 1 % NaOH at 60°C and again 1 % HCl (alkali residue). The combustion to CO₂ of all fractions was performed in a closed quartz tube together with CuO and silver wool at 900 °C. The sample CO₂ was reduced with H₂ over about 2 mg of Fe powder as catalyst, and the resulting carbon/iron mixture was pressed into a pellet in the target holder.

The ^{14}C concentration of the samples was measured by comparing the simultaneously collected ^{14}C , ^{13}C , and ^{12}C beams of each sample with those of Oxalic Acid standard CO₂ and coal background material. Conventional ^{14}C ages were calculated according to Stuiver and Polach (Radiocarbon **19**/3 (1977), 355) with a $\delta^{13}\text{C}$ correction for isotopic fractionation based on the $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio measured by our AMS-system simultaneously with the $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ ratio (note: This $\delta^{13}\text{C}$ includes the effects of fractionation during graphitization and in the AMS-system and, therefore, cannot be compared with $\delta^{13}\text{C}$ values obtained per mass spectrometer on CO₂). For the determination of our measuring uncertainty (standard deviation σ) we observe both the counting statistics of the ^{14}C measurement and the variability of the interval results that, together, make up one measurement. The larger of the two is adopted as measuring uncertainty. To this we add the uncertainty connected with the subtraction of our "blank". The quoted 1σ uncertainty is thus our best estimate for the full measurement and not just based on counting statistics. "Calibrated" or calendar ages were calculated using "CALIB rev 5.01" (Data set: IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon **46**:1029-1058).

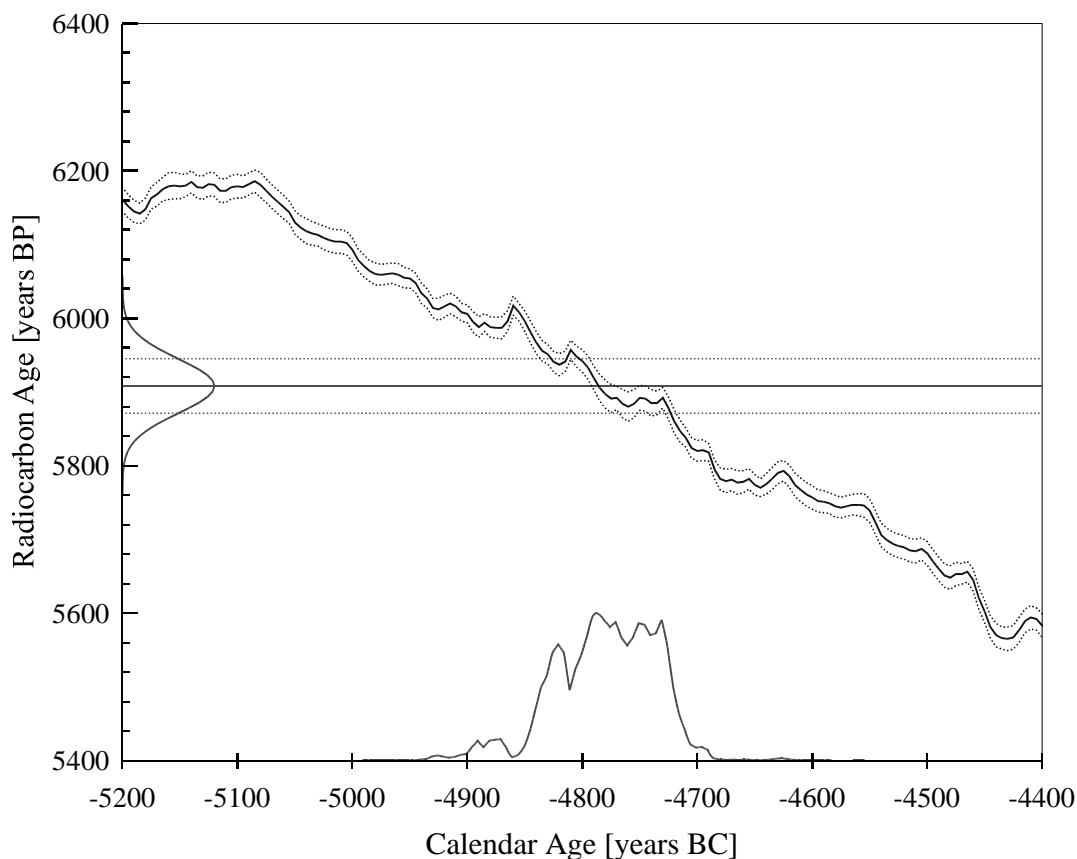
All samples gave more than the 1 mg of carbon recommended for a precise measurement and produced sufficient ion beam. The $\delta^{13}\text{C}$ values are in the normal range and insofar the results are reliable.

**KIA42474 ALME-08 ; sample 442 A ; > 1 m**

root fragments (uncharred), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	δ ¹³ C(‰)‡
Plants, alkali residue, 3,4 mg C	47,93 ± 0,22	5910 ± 35 BP	-26,96 ± 0,11

Radiocarbon Age:	BP	5908 ± 37
One Sigma Range:	cal BC	4826 - 4816 (Probability 6,1 %)
(Probability 68,3 %)		4800 - 4725 (Probability 62,2 %)
Two Sigma Range:	cal BC	4894 - 4888 (Probability 1,0 %)
(Probability 95,4 %)		4884 - 4868 (Probability 1,9 %)
		4850 - 4706 (Probability 92,5 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ¹³C measurement.

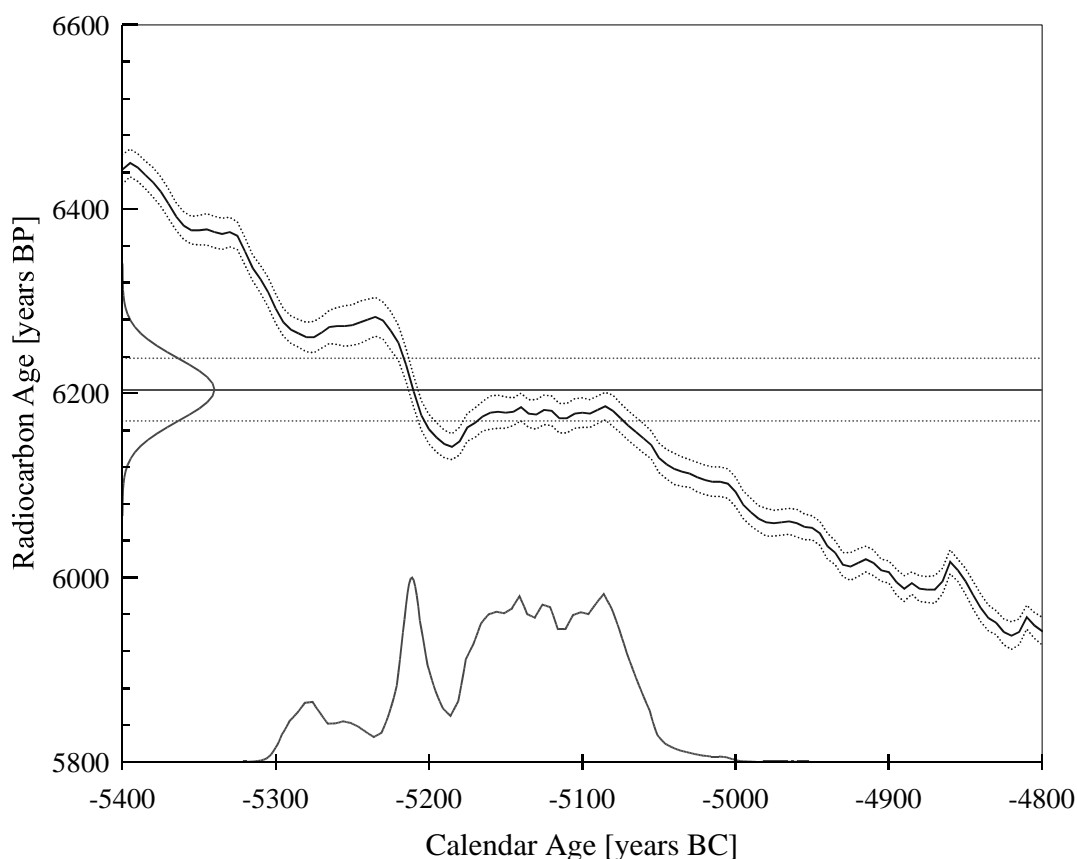
‡ Please note that the δ ¹³C includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42475 ALME-08 ; sample 442 B**

root fragments (carbonized), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
charcoal, alkali residue, 5,7 mg C	$46,19 \pm 0,19$	6205 ± 35 BP	$-26,70 \pm 0,18$

Radiocarbon Age: BP 6204 ± 34
One Sigma Range: cal BC 5218 - 5203 (Probability 9,6 %)
(Probability 68,3 %) 5172 - 5072 (Probability 58,7 %)
Two Sigma Range: cal BC 5294 - 5244 (Probability 8,6 %)
(Probability 95,4 %) 5230 - 5052 (Probability 86,8 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

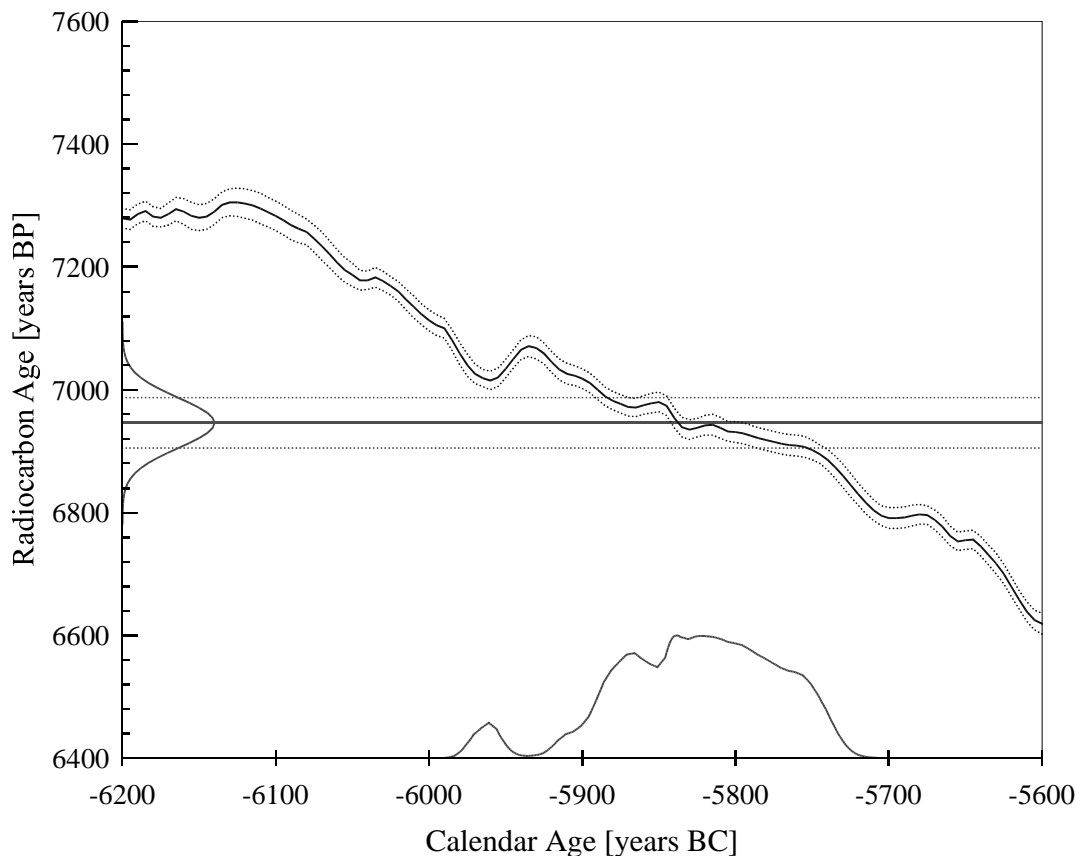
† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42476 ALME-08 ; sample 442 C**wood fragments (*Pinus* sp.), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 5,4 mg C	$42,12 \pm 0,21$	6945 ± 40 BP	$-24,91 \pm 0,09$

Radiocarbon Age: BP 6946 ± 41
One Sigma Range: cal BC 5879 - 5771 (Probability 68,3 %)
Two Sigma Range: cal BC 5970 - 5954 (Probability 2,9 %)
(Probability 95,4 %) 5910 - 5733 (Probability 92,5 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

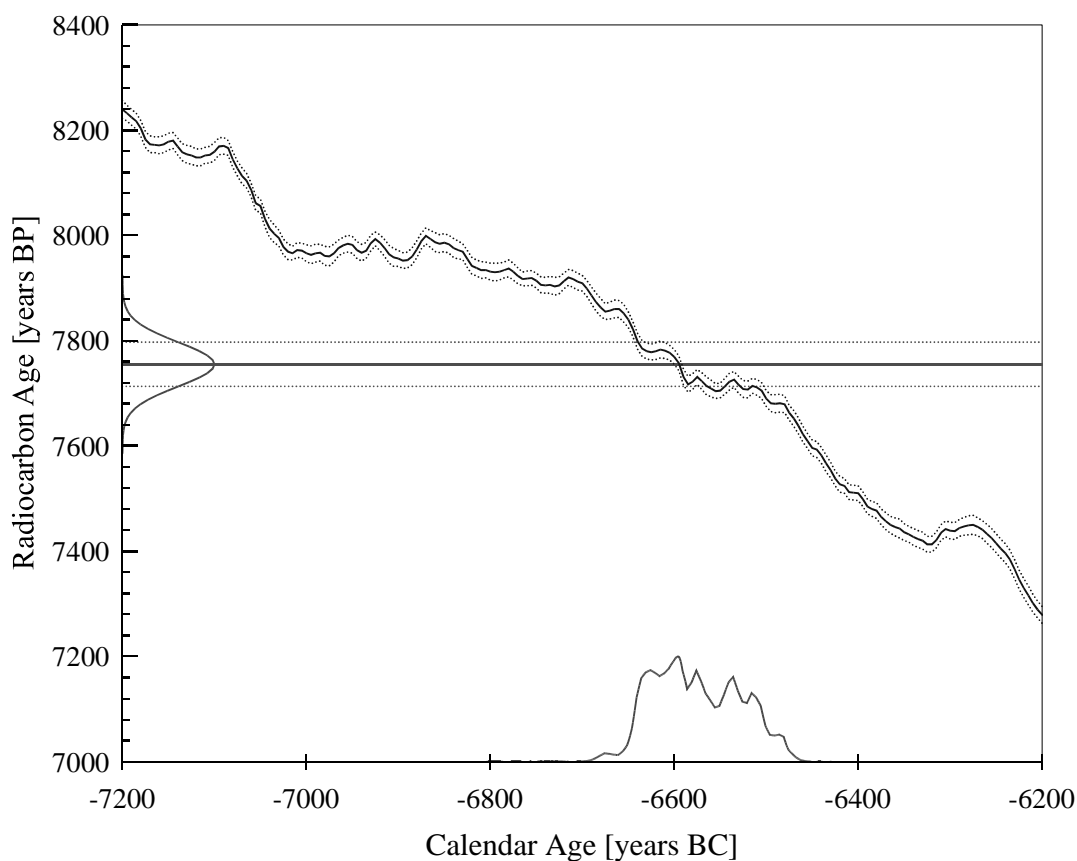
† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42477 ALME-08 ; sample 445**wood fragments (*Pinus* sp.), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 4,8 mg C	$38,08 \pm 0,20$	7755 ± 40 BP	$-24,87 \pm 0,07$

Radiocarbon Age: BP 7755 ± 42
One Sigma Range: cal BC 6640 - 6564 (Probability 54,6 %)
(Probability 68,3 %) 6546 - 6529 (Probability 11,6 %)
6517 - 6513 (Probability 2,0 %)
Two Sigma Range: cal BC 6648 - 6482 (Probability 95,4 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"

Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

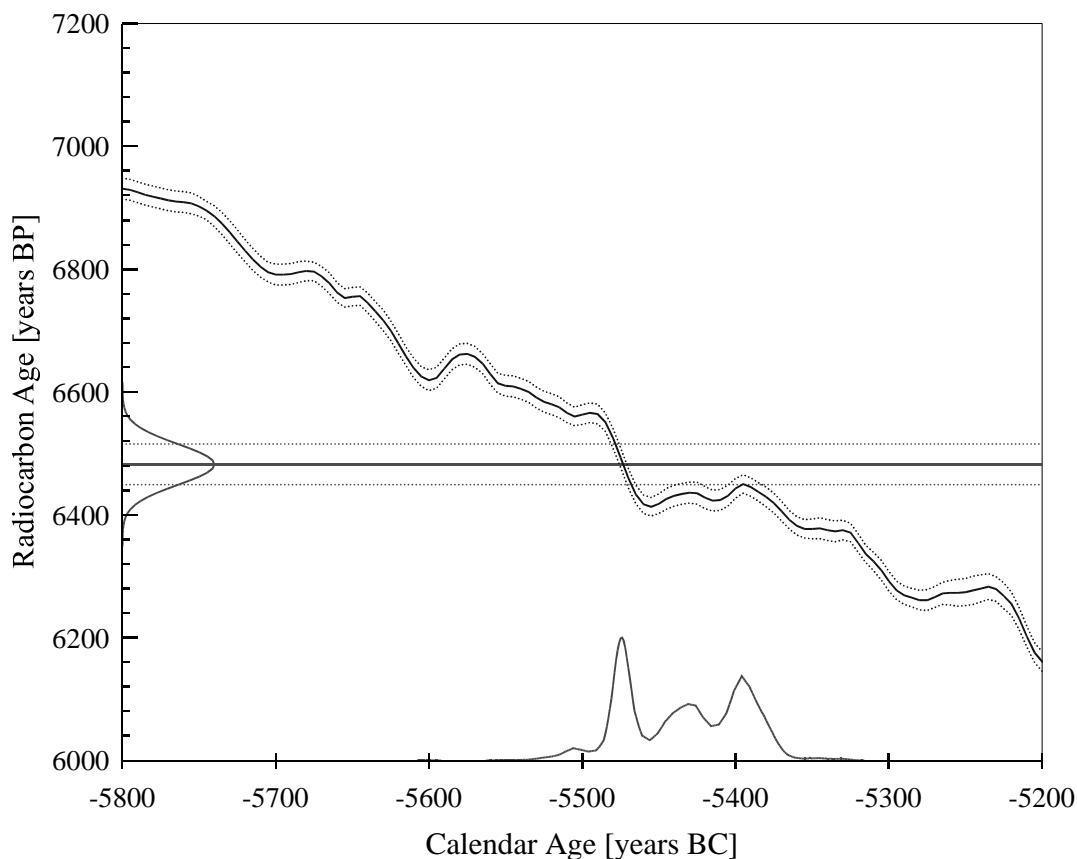
‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42478 ALME-08 ; sample 446**

root fragments, Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Plant remains, alkali residue, 6,2 mg C	44,62 ± 0,18	6480 ± 35 BP	-26,13 ± 0,10

Radiocarbon Age:	BP	6482 ± 33
One Sigma Range:	cal BC	5483 - 5465 (Probability 24,6 %)
(Probability 68,3 %)		5443 - 5421 (Probability 17,8 %)
		5408 - 5381 (Probability 26,0 %)
Two Sigma Range:	cal BC	5509 - 5499 (Probability 1,9 %)
(Probability 95,4 %)		5491 - 5369 (Probability 93,5 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

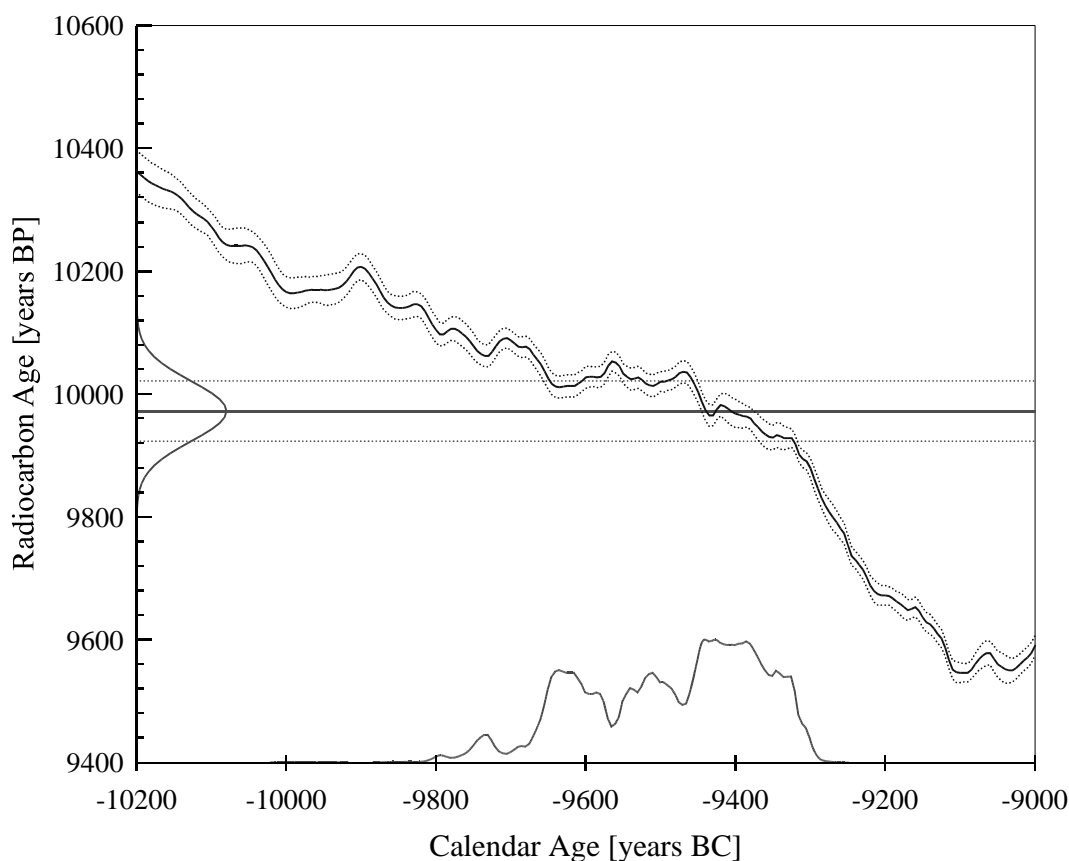
† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42479 ALME-08 ; sample 450**wood fragments (*Pinus* sp.), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 4,3 mg C	$28,90 \pm 0,18$	9970 ± 50 BP	$-24,06 \pm 0,08$

Radiocarbon Age: BP 9972 ± 49
One Sigma Range: cal BC 9650 - 9604 (Probability 13,0 %)
(Probability 68,3 %) 9527 - 9486 (Probability 10,2 %)
9460 - 9322 (Probability 45,1 %)
Two Sigma Range: cal BC 9745 - 9726 (Probability 1,9 %)
(Probability 95,4 %) 9673 - 9300 (Probability 93,5 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

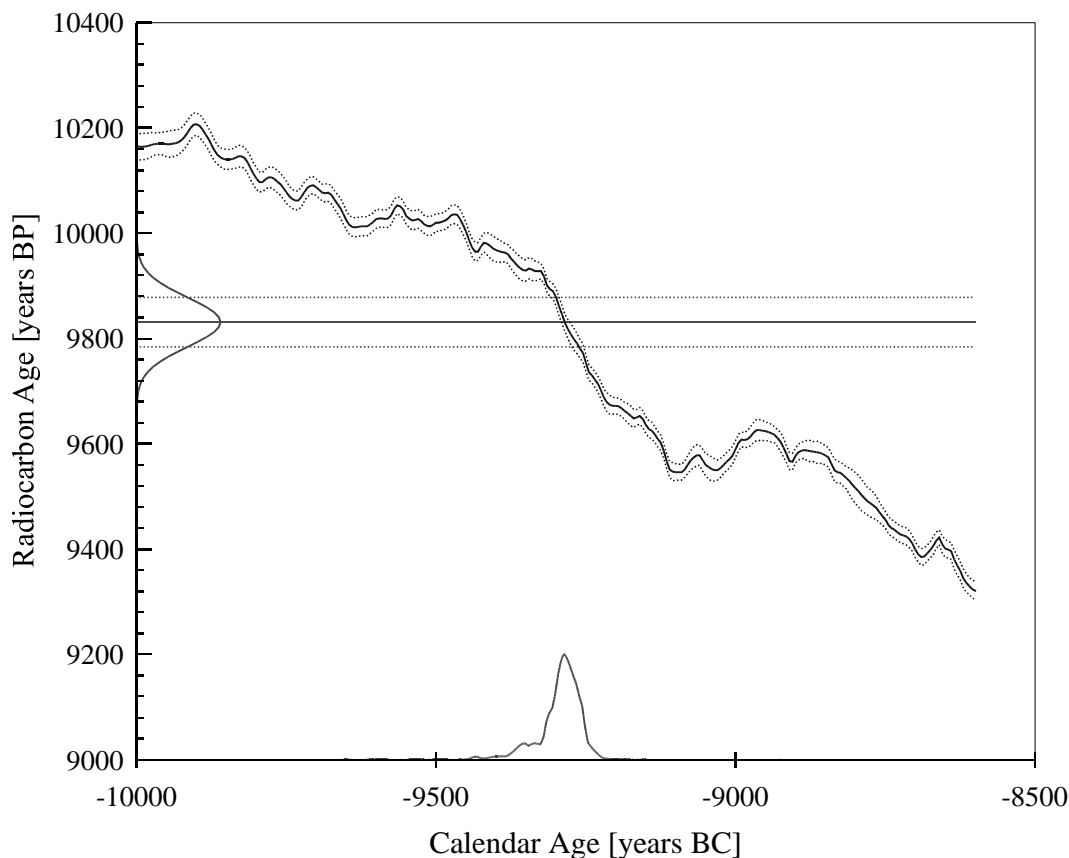
‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42480 ALME-08 ; sample 453**

root fragments, Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 5.6 mg C	$29,41 \pm 0,17$	9830 ± 45 BP	$-26,35 \pm 0,23$

Radiocarbon Age: BP 9831 ± 47
One Sigma Range: cal BC 9308 - 9255 (Probability 68,3 %)
Two Sigma Range: cal BC 9374 - 9232 (Probability 95,4 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

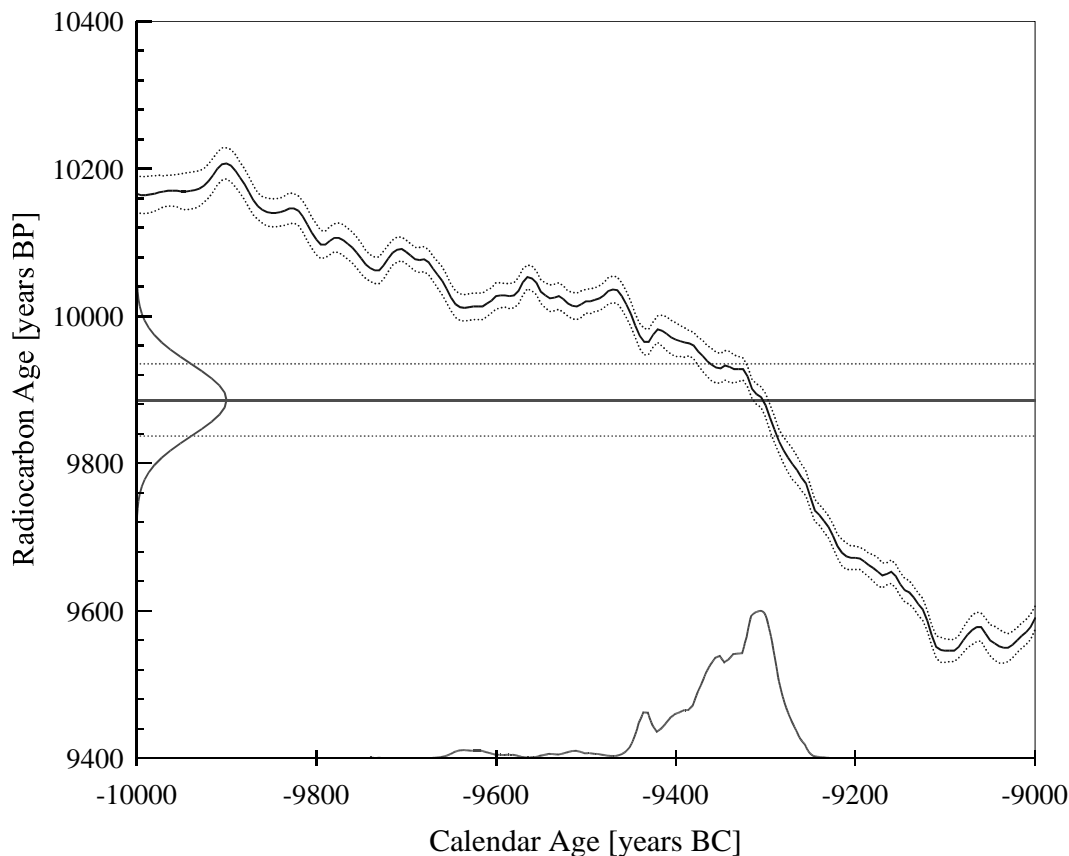
† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42481 ALME-08 ; sample 454**wood fragments (*Pinus* sp.), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	δ ¹³ C(‰)‡
Charcoal, alkali residue, 4,7 mg C	29,21 ± 0,18	9885 ± 50 BP	-23,66 ± 0,11

Radiocarbon Age: BP 9886 ± 49
One Sigma Range: cal BC 9377 - 9281 (Probability 68,3 %)
Two Sigma Range: cal BC 9644 - 9614 (Probability 1,9 %)
(Probability 95,4 %) 9455 - 9252 (Probability 93,5 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ¹³C measurement.

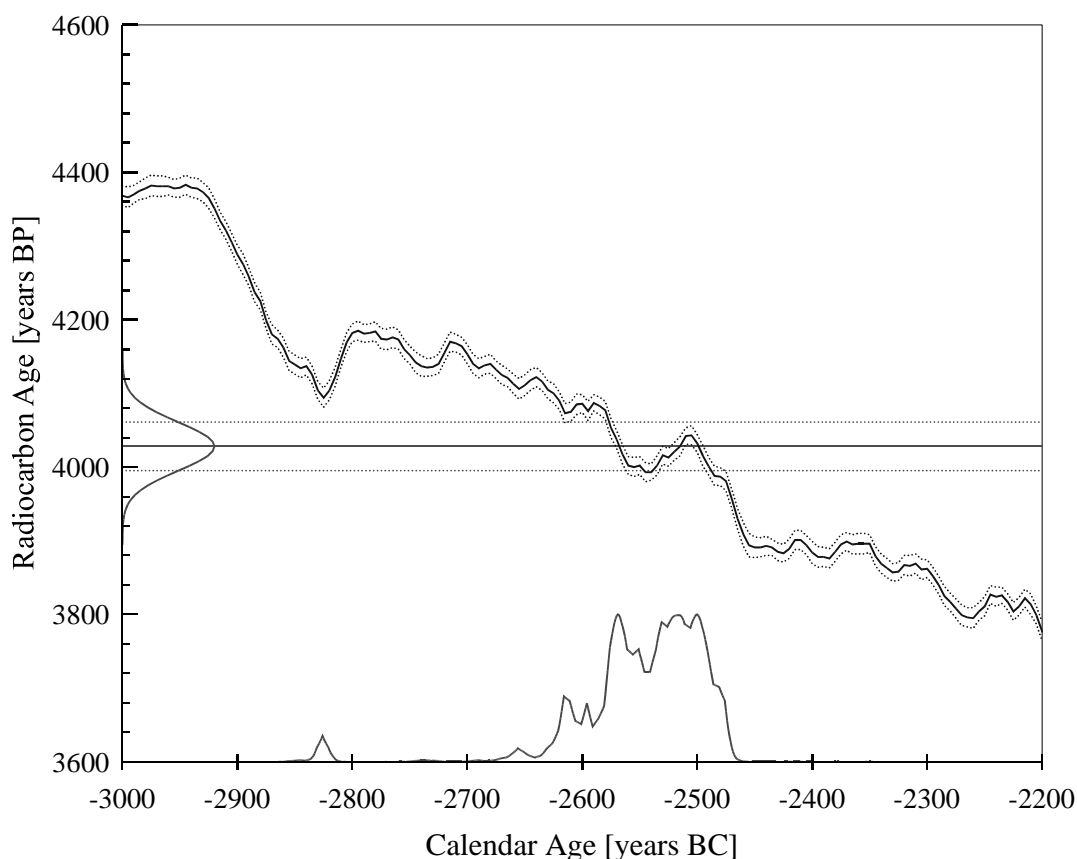
‡ Please note that the δ ¹³C includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42482 ALME-08 ; sample 494**

wood fragments (Betula sp.), Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 5,8 mg C	$60,56 \pm 0,25$	4030 ± 35 BP	$-26,05 \pm 0,11$

Radiocarbon Age: BP 4028 ± 33
One Sigma Range: cal BC 2578 - 2547 (Probability 23,2 %)
(Probability 68,3 %) 2540 - 2489 (Probability 45,1 %)
Two Sigma Range: cal BC 2829 - 2823 (Probability 1,0 %)
(Probability 95,4 %) 2626 - 2471 (Probability 94,4 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

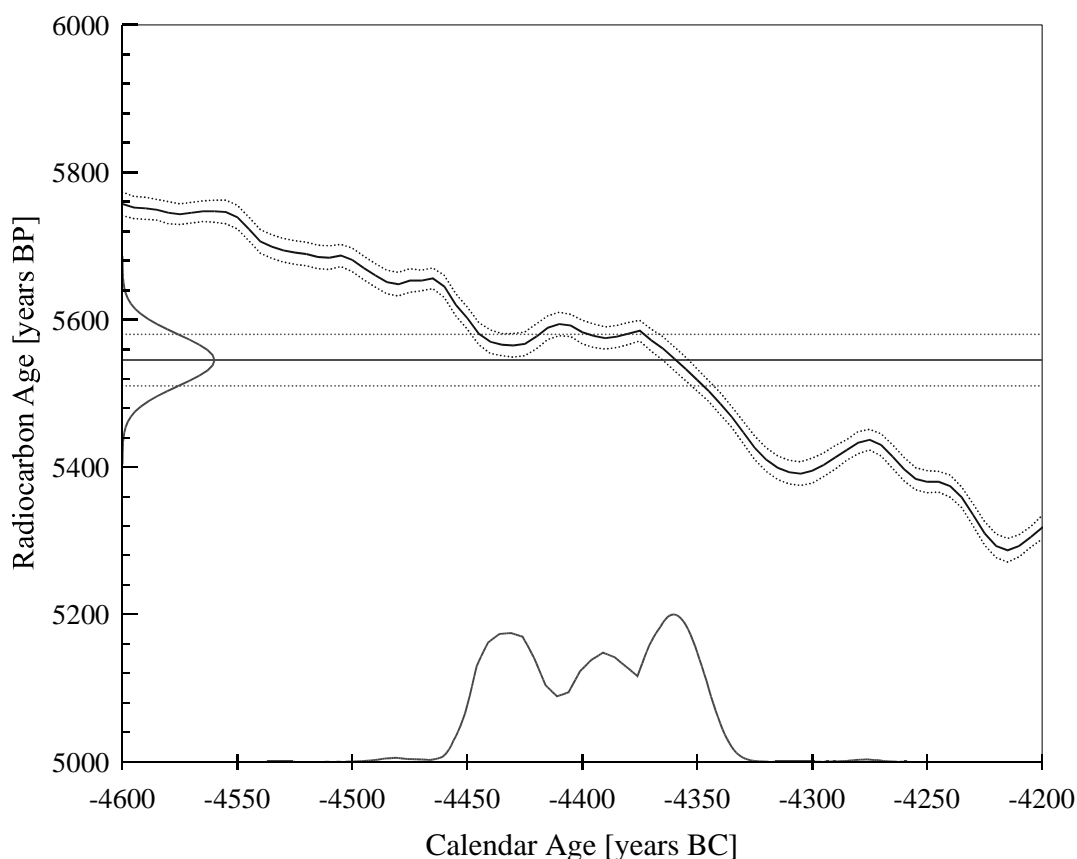
‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42483 ALME-08 ; sample 496**

root fragments, Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 5,5 mg C	50,14 ± 0,22	5545 ± 35 BP	-22,83 ± 0,11

Radiocarbon Age: BP 5545 ± 35
One Sigma Range: cal BC 4446 - 4420 (Probability 26,2 %)
(Probability 68,3 %) 4398 - 4382 (Probability 13,8 %)
4374 - 4348 (Probability 28,3 %)
Two Sigma Range: cal BC 4452 - 4341 (Probability 95,4 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

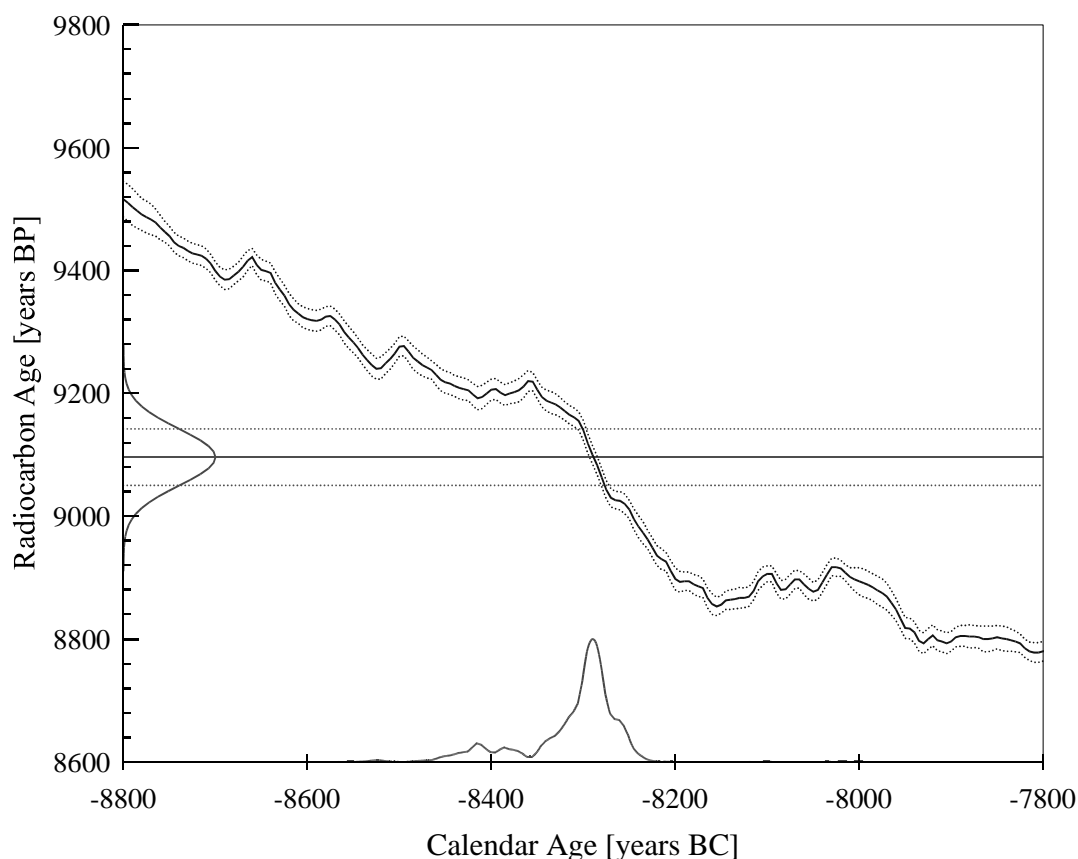
‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.

**KIA42484 ALME-08, sample 500 A (+ 500 B ; back up)**

wood fragments (Pinus sp.) - Zusatzmaterial, Almere Haven (project 4108377), sample depth: > 1 m

Fraction	Corrected pMC†	Conventional Age	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})\ddagger$
Charcoal, alkali residue, 2,7 mg C	32,23 ± 0,18	9095 ± 45 BP	-26,24 ± 0,16

Radiocarbon Age: BP 9096 ± 46
One Sigma Range: cal BC 8322 - 8256 (Probability 68,3 %)
Two Sigma Range: cal BC 8441 - 8365 (Probability 13,4 %)
(Probability 95,4 %) 8353 - 8239 (Probability 82,0 %)



References for calibration:

The calibrated age was calculated using "CALIB rev 5.01"
Data set : IntCal04, Reimer et al., Radiocarbon 46:1029-1058.

† "Corrected pMC" indicates the percent of modern (1950) carbon corrected for fractionation using the ^{13}C measurement.

‡ Please note that the $\delta^{13}\text{C}$ includes the fractionation occurring in the sample preparation as well as in the AMS measurement and therefore cannot be compared to a mass-spectrometer measurement.



Verklarende woordenlijst

Antropogene sporen Alle immobiele sporen van menselijke oorsprong, variërend van paalgaten of fosfaatvlekken tot muurresten.

AMK Archeologische Monumentenkaart geeft een overzicht van gewaardeerde archeologische terreinen in vier categorieën: 1) Archeologische waarde, 2) Hoge archeologische waarde, 3) Zeer hoge archeologische waarde en 4) Zeer hoge archeologische waarde beschermd. De AMK is de gezamenlijke verantwoordelijkheid van de RCE en de provincies en wordt beheerd door de RCE.

Archeologische indicatoren Indicatief archeologisch materiaal dat bij (boor)onderzoek een aanwijzing kan zijn voor de aanwezigheid, ter plaatse of in de nabijheid, van een archeologische vindplaats.

Archis Archeologisch Informatie Systeem. Dit door de RCE beheerde systeem bevat informatie over o.a. onderzoeksmeldingen, vondstmeldingen, waarnemingen, complexen en monumenten.

¹⁴C Koolstof (radioactieve isotoop), gebruikt voor datering.

CIS Het landelijke registratienummer ten behoeve van archeologisch onderzoek, uitgegeven door het Centraal Informatiesysteem.

CMA Centraal Monumenten Archief.

Conservering De mate waarin anorganische (aardewerk, vuursteen, metaal, glas etc.) en organische archeologische resten (bot, zaden, hout etc.) bewaard zijn gebleven.

Ensemblewaarde De meerwaarde die aan een vindplaats wordt toegekend op grond van de mate waarin sprake is van een landschappelijke en/of archeologische context.

Ex situ niet ter plaatse. Aanduiding die wordt gebruikt om aan te geven of grondsporen en / of artefacten zich niet meer op de oorspronkelijke plaats in de bodem bevinden. Behoud ex situ is het bewaren van de archeologische informatie door definitief onderzoek (opgraven, documenteren en registreren).

Gaafheid De mate van (fysieke) verstoring van de bodem en/of de (eventueel aanwezige) archeologische waarden, zowel in verticale zin (diepte) als in horizontale zin (omvang)

Herinneringswaarde De herinnering die een archeologisch monument oproept over het Verleden.

IKAW Indicatieve kaart van archeologische waarden, een door de RCE geproduceerde kaart op landelijk niveau met de verwachte relatieve of absolute dichtheid van (bepaalde) archeologische verschijnselen in de bodem.

IVO Inventariserend Veld Onderzoek. Het verwerven van (extra) informatie over bekende of verwachte archeologische waarden binnen een onderzoeksgebied, als aanvulling op en toetsing van de archeologische verwachting, gebaseerd op het bureauonderzoek middels waarnemingen in het veld.

Informatiewaarde De betekenis van een monument als bron van kennis over het verleden. De informatiewaarde wordt bepaald door de mate waarin (een opgraving van) het monument een bijdrage kan leveren aan nieuwe kennisvorming over het verleden.

In situ Achtergebleven op exact de plaats waar de laatste gebruiker het heeft gedeponeed, weggegooid of verloren. Behoud in situ is het behouden van archeologische waarden in de bodem.

KNA Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie.

NAP Normaal Amsterdams Peil (=officieel peilmerk).

PVA Plan van Aanpak. Een door de opdrachtnemer op te stellen plan voor de uit te voeren werken waarmee beoogd wordt aan de vereisten zoals geformuleerd in het Programma van Eisen en/of het ontwerp te voldoen. Ook wordt hierin een voorstel gedaan voor de werkwijze waarmee de in het Programma van Eisen en/ of ontwerp geformuleerde resultaatsverwachtingen bereikt kunnen worden.

PVE Programma van Eisen. Het PVE is een door een bevoegde overheid opgesteld of bekrachtigd document dat de probleem- en doelstelling van de te verrichten werkzaamheden van de vindplaats geeft en de daaruit af te leiden eisen formuleert met betrekking tot het uit te voeren werk.

RCE Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed.

Representativiteit De mate waarin een bepaald type vindplaats typerend is voor een periode dan wel een gebied.

RTS Robotic Total Station. Hiermee worden vlakken direct digitaal ingemeten.

Schoonheid De esthetisch-landschappelijke waarde van een archeologisch monument, die vooral in zichtbaarheid tot uiting komt.

Selectieadvies Archeologisch inhoudelijk advies over de behoudenswaardigheid van een vindplaats. Dit wordt opgesteld aan de hand van de waarderingscriteria.

Zeldzaamheid De mate waarin een bepaald type monument schaars is (of is geworden) voor een periode of in een gebied.