

Archeologisch onderzoek Oosterwold fase 1 - Gemeente Almere

Een inventariserend veldonderzoek (IVO-O) verkennende, karterende en waarderende fase door middel van boringen en een geo-archeologisch assessment

J. de Moor
I. Devriendt
W. van Zijverden
G. Verweij
S. Troelstra
J. Kreuning
T. Olijhoek
D. van den Biggelaar

Colofon

EARTH Integrated Archaeology Rapporten 100

Archeologisch onderzoek Oosterwold fase 1 - Gemeente Almere. Een inventariserend veldonderzoek (IVO-O) verkennende, karterende en waarderende fase door middel van boringen en een geo-archeologisch assessment

Auteurs:

J. de Moor, I. Devriendt, W. van Zijverden, G. Verweij, S. Troelstra, J. Kreuning, T. Olijhoek, D. van den Biggelaar

In opdracht van: Gemeente Almere, projectbureau Oosterwold.

Foto's en tekeningen: EARTH Integrated Archaeology, tenzij anders vermeld. 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.

EARTH Integrated Archaeology aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit de toepassing van de adviezen of het gebruik van de resultaten van dit onderzoek.

Autorisatie:

drs. T. Vanderhoeven

EARTH Integrated Archaeology B.V.

Senior KNA-archeoloog



Externe reviewers: drs. P.F.B. Jongste, dr. S.J. Kluiving & drs. W. Smith

EARTH Integrated Archaeology B.V.

Basicweg 19

3821 BR Amersfoort

Tel 033-4554127

Email contact@earth-archaeology.com

Website www.earth-archaeology.com

Versiebeheer: eindrapport 20-1-2020

ISSN: 2211-1077

Inhoudsopgave

Colofon.....	2
Inhoudsopgave.....	3
Administratieve gegevens.....	6
Samenvatting	7
1 Inleiding.....	11
1.1 Aanleiding voor het onderzoek.....	11
1.2 Archeologische verwachting.....	12
1.3 Doel- en vraagstellingen	13
1.4 Ligging van het plangebied.....	16
1.5 Leeswijzer	17
2 Methoden en technieken	19
2.1 Verkennend booronderzoek (fase 1)	19
2.2 Karterend en waarderend booronderzoek (fase 2-3).....	21
2.3 Multi-proxyanalyse en geo-archeologisch assessment.....	24
3 Verkennend booronderzoek (fase 1)	30
3.1 Inleiding	30
3.2 Lithologie en lithostratigrafie Oosterwold.....	31
3.3 Kavel A (Bijlage 2A).....	34
3.4 Kavels B en C (Bijlage 2BC).....	37
3.5 Kavel D (Bijlage 2D)	39
3.6 Kavel E (Bijlage 2E).....	41
3.7 Kavel F (Bijlage 2F)	42
3.8 Kavel G (Bijlage 2G)	43
3.8 Kavel H (Bijlage 2H)	45
3.9 Kavel I (Bijlage 2I)	46
3.10 Kavels J en K (Bijlage 2J)	49
3.11 Conclusies verkennend booronderzoek	50
4 Karterend en waarderend booronderzoek (fase 2-3).....	53
4.1 Inleiding	53
4.2 Kavel A: Fase 2-3 (tabel 8a/b, bijlage 4A).....	53
4.3 Kavel B fase 2-3 (tabel 10a/b, bijlage 4BC)	55
4.4 Kavel C fase 2-3 (tabel 12a/b, bijlage 4BC)	57
4.5 Kavel D fase 2-3 (tabel 14a/b, bijlage 4D)	62

4.6 Kavel E fase 2-3 (tabel 16a/b, bijlage 4E)	63
4.7 Kavel F fase 2-3 (tabel 18a/b, bijlage 4F)	66
4.8 Kavel G fase 2-3 (tabel 20a/b, bijlage 4G)	68
4.9 Kavel H fase 2-3 (tabel 22a/b, bijlage 4H)	70
4.10 Kavel I fase 2-3 (tabel 24a/b), bijlage 4I)	73
4.11 Kavels J en K (tabel 26a-c, bijlage 4J).....	79
4.12 Conclusies karterend en waarderend booronderzoek	82
4.13 Waardering van de aangetroffen vindplaatsen.....	87
5 Ruimtelijke analyses en dateringen van de vindplaatsen	89
5.1 Inleiding	89
5.2 Ruimtelijke analyse met behulp van een Topographic Position Index	89
5.3 Ruimtelijke analyse met behulp van een ontheld digitaal hoogtemodel.....	92
5.4 Conclusies	98
6 Resultaten multi-proxyanalyses	102
6.1 Inleiding	102
6.2 Multi-proxyanalyses: een theoretische beschouwing	103
6.3 Microfauna (diatomeeën)	108
6.4 Micropaleontologie: foraminiferen, ostracoden en mollusken.....	113
6.5 Palynologie	122
6.6 Botanische macroresten	127
7 Landschappelijke ontwikkeling en bewoningsmogelijkheden tijdens het Holoceen in Oosterwold en archeologische verwachting Laat-Paleolithicum	128
7.1 Inleiding	128
7.2 Reconstructie van holocene landschappen in Oosterwold	128
7.3 Paleogeografische ontwikkeling gedurende het vroeg en midden Holoceen	153
7.4 Bewonings- en gebruiksmogelijkheden van de holocene afzettingen	161
7.5 Archeologische verwachting Laat-Paleolithicum	169
8 Synthese.....	174
8.1 Onderzoeksvragen	174
8.2 Potenties en beperkingen van de ingezette onderzoeksmethodieken.....	186
8.3 Archeologisch selectieadvies	188
Literatuur	190
Lijst met Afbeeldingen	196
Lijst met Tabellen.....	198

Bijlage 1: Boorgegevens verkennend onderzoek (Fase 1)

Bijlage 2: Kaarten en profielen verkennend booronderzoek (Fase 1)

Bijlage 3: Boorgegevens karterend en waarderend onderzoek (Fase 2-3)

Bijlage 4: Kaarten met indicatoren en vindplaatsen karterend en waarderend onderzoek (Fase 2-3)

Bijlage 5: Overige kaarten fase 2 en 3

Bijlage 6: Vindplaatsen catalogus

Bijlage 7: Kaarten ruimtelijke analyse indicatoren en vindplaatsen

Bijlage 8: Resultaten multi-proxyanalyses

8A: Microfauna en micropaleontologie

8B: Pollendiagram en beschrijving pollenmonsters

8C: Resultaten botanische macroresten

8D: Dateringen holocene sedimenten

8E: Resultaten zuurstofisotopenanalyse ostracoden boring 700

8F: Pollenanalyses Laagpakket van Singraven

Bijlage 9: Programma van Eisen

Bijlage 10: BAM database

Bijlage 11: Fotodatabase primaire indicatoren

Administratieve gegevens

EARTH projectnummers	2017-053 / 2019-063
Datum	Januari 2020
Projectnaam	Archeologisch onderzoek Almere Oosterwold Fase 1
Toponiem	Oosterwold
Plaats	Almere
Gemeente	Almere
Provincie	Flevoland
Oppervlakte plangebied	Circa 225 ha; Zie Tabel 1 voor losse kavels
Oppervlakte onderzoeksgebied	Circa 4300 ha
Huidig grondgebruik	Akkerland
Kaartbladnummer	26 C/D
Zaak-ID (OM nummer)	4566898100 (kavels A-J)/ 4716917100 (kavel K)
RD-Coördinaten (centrum)	150.943/481.272 - 149.031/485.403 149.677/485.955 - 152.122/482.449 Zie Tabel 1 voor oppervlakte per kavel
Uitvoerder	EARTH Integrated Archaeology B.V. Basicweg 19 3821 BR Amersfoort Tel.: 033-4554127 Email: contact@earth-archaeology.com
Opdrachtgever	Gemeente Almere Projectbureau Oosterwold Postbus 200 1300 AE Almere
Bevoegd Gezag	Gemeente Almere Bureau Archeologie en Monumentenzorg Dienst Stedelijke Ontwikkeling Contactpersoon: Drs. W. Smith Gemeente Almere Postbus 200 1300 AE Almere wsmith@almere.nl
Archis-monumentnummer	14424 (AMK terrein waarvan kavel I deel uitmaakt)
Uitvoeringsperiode onderzoek	Oktober 2017 - december 2019
Kaart plangebieden	Zie Afbeelding 1
Beheerder en plaats documentatie	- Bureau Archeologie en Monumentenzorg gemeente Almere / provinciaal depot voor bodemvondsten Nieuwland Lelystad - EARTH Integrated Archaeology B.V.

Samenvatting

Doel- en vraagstelling

In opdracht van projectbureau Oosterwold heeft EARTH Integrated Archaeology in de periode oktober 2017 - december 2019 een archeologisch prospectieonderzoek (inventariserend veldonderzoek verkennende, karterende en waarderende fase) uitgevoerd in een plangebied ter grootte van 225 hectare in het nieuw te ontwikkelen stadsdeel Oosterwold in Almere.

Het algehele doel van het inventariserend veldonderzoek (IVO) is het aanvullen en toetsen van de gespecificeerde archeologische verwachting, zoals geformuleerd in het bureauonderzoek.¹ Hiervoor is een fasering opgebouwd met voor elke fase een specifieke vraagstelling, onderzoeksmethodiek en operationalisering.

Bij de eerste fase van het onderzoek staat de vraag centraal wat de vormeenheden van het landschap in het onderzoeksgebied zijn, of deze nog intact zijn en hoe die van invloed kunnen zijn geweest op de locatiekeuze van de mens in het verleden. Daarnaast staat de vraag centraal wat de kansarme en de kansrijke zones zijn voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen in het plangebied.

Het doel van de tweede fase (het karterend booronderzoek) is het opsporen van archeologische vindplaatsen. Hierbij staat de vraag centraal welke aanwijzingen er zijn voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen binnen de intacte bodems die tijdens de verkennende fase zijn aangetoond. Bij een waarderend booronderzoek dienen de aard, omvang, begrenzing, datering en de fysieke en inhoudelijke kwaliteit van de aanwezige archeologische resten te worden vastgesteld. Indien uit Fase 2 locaties naar voren zijn gekomen die aangeduid kunnen worden als een archeologische vindplaats, dan dient aanvullend onderzoek in de vorm van een waarderend booronderzoek plaats te vinden (derde fase).

Verreweg het grootste deel van de bekende vindplaatsen in Zuidelijk Flevoland bevindt zich in de top van het begraven dekzandlandschap. Tot nu toe zijn de archeologische vondsten uit holocene landschappelijke contexten in Zuidelijk Flevoland vooral toevalsvondsten gebleken (zoals bijvoorbeeld de Klokbeke viswieren bij Stichtse Kant, Swifterbant aardewerk en bewerkt natuursteen bij de Grote Trap in Zeewolde, een Trechterbeke-geweihamer uit de Kievitstocht in Almere Hout en een Romeinse vindplaats bij het Kotterbos Lelystad).² Deze toevalsvondsten uit verschillende holocene afzettingen maken echter wel duidelijk dat er in Zuidelijk Flevoland rekening gehouden

¹ Smith 2011.

² Van de Geer 2013; Van Heeringen *et al.* 2014.

moet worden met de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen in holocene sedimenten, die bovendien op verschillende dieptes en gestapeld boven elkaar kunnen voorkomen.

Om inzicht te krijgen in de verschillende holocene afzettingen en de exploitatiemogelijkheden van het holocene landschap in Zuidelijk Flevoland is als onderdeel van onderhavig inventariserend veldonderzoek een geo-archeologisch assessment uitgevoerd. Een geo-archeologisch assessment is een methode die binnen prospectief onderzoek sterk gericht is op het toekennen van een archeologische waardebeoordeling van landschappen. Benodigde gegevens hiervoor zullen verkregen door de inzet van een breed spectrum aan aardwetenschappelijke en biologisch gerelateerde onderzoeksmethoden (boringen, dateringen, analyses van pollen, diatomeeën, foraminiferen en ostracoden).

Resultaten

Het grootschalige prospectieve onderzoek in Almere Oosterveld heeft niet alleen geresulteerd in het aantreffen van 92 vindplaatsen, verspreid over alle kavels van noord naar zuid, maar heeft tevens duidelijk gemaakt dat de keuze van projectbureau Oosterveld om het archeologisch onderzoek grootschalig te laten uitvoeren i.p.v. door iedere kaveleigenaar, een keuze is geweest die onze kennis over de landschappelijke ontwikkeling en daarmee de archeologische verwachting van holocene afzettingen in Oosterveld sterk heeft vergroot.

Het uitgevoerde onderzoek in Oosterveld heeft de manier waarop grootschalige archeologische prospectie wordt uitgevoerd in een nieuw daglicht gesteld en duidelijk gemaakt dat inzicht in het landschap fundamenteel is om uitspraken te doen over bewoonbaarheid en gebruik van landschappen.

Zowel op basis van sedimentbeschrijvingen en de multi-proxyanalyses kan het landschap van het Laagpakket van Wormer worden gekarakteriseerd als een gebied waarin rietmoerassen en ondiep, zeer zwak stromend open zoet / zoet-brak water naast elkaar voorkomen. Daarnaast zijn in het gebied broekbossen aanwezig geweest en op de nabijgelegen hoge en droge zandruggen heeft een loofbosvegetatie gestaan. De landschappen zullen vanwege de voortdurend natte condities voor bewoning ongeschikt zijn geweest. Daarentegen zal het gebied juist voor jacht, visvangst etc. wel geschikt zijn geweest. Qua archeologische verwachting moet voor deze gebieden uitgegaan worden van toevalsvondsten van gebruiksattributen als visweren en kano's. Deze zijn echter met regulier prospectief onderzoek vrijwel niet op te sporen.

Alleen in het noordelijke deel van Oosterveld (op kavel A) zijn monsters uit de geul- en oeverafzettingen vrijwel volledig marien en in een veel dynamischer milieu afgezet. Het beeld van de foraminiferen van zowel de geul als de oeverwal op A geeft dus duidelijk een sterk marien

gedomineerd signaal. Daaruit kan gesteld worden dat genese van de geul en oeverwal vanuit het mariene voorland heeft plaatsgevonden en niet vanuit het zoetere rivierenachterland. Bij de genese van de oeverwal moet dan eerder gedacht worden aan een systeem dat vanuit de mariene geul onder invloed van getijden is afgezet, waarbij het sediment mogelijk 2x per dag enkele uren droog ligt en waardoor de oeverafzettingen voor bewoning ongeschikt waren.

Advies

De aangetroffen gebieden vindplaatsen bevinden zich allen in de top het van pleistocene dekzand en dateren tussen het Vroeg-Mesolithicum en het Vroeg-Neolithicum. Het archeologisch vooronderzoek in Oosterwold heeft zich in deze fase beperkt tot het opsporen en begrenzen van deze terreinen met archeologische waarden, de zogenaamde vindplaatsen en volgt daarmee de vigerende provinciale beleidsregels en de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA). Almere hanteert geen afwijkende waarderingscriteria en bescherming van archeologische vindplaatsen is geborgd in het bestemmingsplan.

EARTH adviseert om de terreinen met vastgestelde archeologische waarden in te passen in de toekomstige planvorming voor de kavels, in een 'groene' niet te bebouwen context. Op basis van onderhavig onderzoek kan door toekomstige initiatiefnemers al in een vroeg stadium een archeologische risico-inventarisatie gemaakt worden. Hiermee is het behoud van archeologische waarden gewaarborgd en kunnen hoge opgravingskosten worden vermeden. Terreinen met archeologische waarden kunnen worden betrokken in ruimtelijke planvorming, zodat ze herkenbaar en beleefbaar kunnen worden ingericht conform de Structuurvisie Oosterwold en het gemeentelijke erfgoedbeleid. De instandhouding van archeologische waarden is vastgelegd in het bestemmingsplan Oosterwold (art. 13.14.1).

EARTH plaatst hierbij de kanttekening dat als een volledige inpassing niet slaagt, of wanneer meer flexibiliteit gewenst is met betrekking tot de realisatie van behoud, de waardestelling zoals deze in paragraaf 4.13 en Bijlage 6 van onderhavig rapport is opgenomen, per definitie ontoereikend is. In dat geval zal een reguliere KNA-conforme onderzoekstrategie moeten leiden tot een volledige KNA-conforme waardestelling, conform bijlage 4 van de KNA 4.1 "Waarderen van vindplaatsen".³ Op basis hiervan dient onderhavig selectieadvies te worden aangepast. Indien het behoud in situ van de archeologische waarden niet mogelijk blijkt, kan de gemeente de voorwaardelijke verplichting opleggen dat de archeologische waarden worden veiliggesteld door middel van een archeologische opgraving (art. 13.14.2 van het bestemmingsplan).

³ <https://www.sikb.nl/doc/archeo/KNA40juni2016/KNA%20Lb%20bijlage%20IV%20Waarderen%20van%20vindplaatsen%20versie%204.0.pdf>

Het bovenstaande vormt een archeologisch selectieadvies en heeft betrekking op de archeologische waarden welke in het dekzand zijn aangetroffen. In overige lagen zijn binnen onderhavig onderzoek geen archeologische waarden aangetroffen en hiervoor gelden dan ook geen archeologische beperkingen. Indien tijdens de uitvoering van grondwerk buiten de zones met archeologische waarden toch archeologische (toevals)vondsten worden gedaan, geldt nog wel de wettelijke plicht om deze te melden bij de bevoegde overheid, zoals staat aangegeven in de Erfgoedwet (Art. 5.10).

Besluitvorming zal namens de gemeente worden gedaan door Vergunningen, Toezicht en Handhaving (VTH).

In aanvulling op bovenstaand selectieadvies doet EARTH tenslotte de aanbeveling om bij het geval van inpassing van de archeologische waarden in planvorming voor de kavels, veranderingen in het grondwaterpeil en het in de bodem binnendringen van zuurstof te vermijden, evenals de aanplant van diepwortelende vegetatie. Deze zaken kunnen mogelijk resulteren in degradatie van de archeologische waarden, hetgeen in strijd is met behoud in situ.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding voor het onderzoek

Het nieuw te realiseren stadsdeel Almere Oosterwold ligt tussen het huidige Almere en Zeewolde. Het totale plangebied Almere Oosterwold heeft een omvang van circa 4.300 hectare (zie Afb. 1). In het gebied dat op dit moment voornamelijk uit akkerland bestaat, zullen gedurende de komende 10 tot 20 jaar zo'n 15.000 woningen worden gebouwd. Het gebied zal worden verkaveld voor woningbouw, waarbij de toekomstige bewoners hun eigen percelen kunnen ontwikkelen. Naast deze verkaveling zal het gebied voor zo'n 70% een landelijk en natuurlijk karakter blijven behouden.

De aanleiding voor het archeologisch vooronderzoek in Almere Oosterwold is de geplande inrichting van de kavels met woningen, erven, verharde wegen, kabels en leidingen. Deze werkzaamheden en de hiermee gepaard gaande verstoringen van de bodem kunnen schadelijk zijn voor de mogelijk aanwezige archeologische resten en waarden in de ondergrond.

Plangebied Almere Oosterwold ligt binnen een op de Archeologische Beleidskaart Almere (ABA) aangegeven gebied waarvoor conform de vastgestelde Archeologieverordening 2016 een onderzoeksplicht geldt (archeologie waarde 1). Ingrepen kleiner dan 500 m² en ondieper dan 1,5 m zijn vrijgesteld van de vergunning- en onderzoeksplicht. Een enkel terrein binnen Oosterwold valt binnen de zone waar een archeologie waarde 4 geldt. Hier zijn ingrepen kleiner dan 100 m² en ondieper dan 50 cm vrijgesteld. Binnen onderhavig onderzoek is ervoor gekozen - gezien de grootte van de te onderzoeken kavels - om geen rekening te houden met vrijstellingsgrenzen binnen de te onderzoeken kavels.

Tot voor kort werd het archeologisch onderzoek in Oosterwold per individueel kavel uitgevoerd, waarbij de verantwoordelijkheid voor de uitvoering van het onderzoek bij elke kaveleigenaar zelf lag. Doordat er reeds honderden kavels zijn uitgegeven en door verschillende archeologische bureaus zijn onderzocht, is er een grote versnippering opgetreden van de onderzoeksgegevens. Ook zorgde deze manier van uitvoering voor veel onzekerheid bij initiatiefnemers, omdat pas na afronding van het archeologisch onderzoek duidelijk werd of een initiatief ook daadwerkelijk haalbaar was. Om bovenstaande problemen bij toekomstige initiatieven te vermijden, is door de gemeente Almere besloten om het archeologisch onderzoek nu vooraf en integraal uit te laten voeren.

Bij de start van het onderzoek in oktober 2017 bestond het totale onderzoeksgebied uit de kavels A-J. Het gehele onderzoek op deze kavels is in juni 2019 afgerond en gerapporteerd. Tegelijkertijd kwam vanuit de opdrachtgever het verzoek om nog een extra kavel aan het onderzoek toe te voegen en mee te nemen in deze eindrapportage. Dit betrof kavel K, dit kavel grenst direct aan kavel J (zie Afb. 1) en kon daarom ook inhoudelijk gezien goed mee worden genomen in onderhavig eindrapport.

Gezien de ligging van kavels J en K, zijn de resultaten van het onderzoek op deze kavels in gezamenlijke paragrafen en kaarten opgenomen.

1.2 Archeologische verwachting

Het archeologisch erfgoed van de gemeente Almere omvat vindplaatsen uit de steentijd, scheepswrakken uit de Late Middeleeuwen en de Nieuwe Tijd en vliegtuigwrakken uit de 20^{ste} eeuw. In de steentijd waren in het grondgebied van Almere mobiele groepen jagers-verzamelaars aanwezig. De archeologische resten van deze jagers-verzamelaars bevinden zich bovenop en in het dekzand en mogelijk ook in de daarboven gelegen Laagpakket van Wormer. De pleistocene ondergrond van Almere is in het Neolithicum geleidelijk verdronken onder invloed van de zeespiegelstijging, waarna het is afgedekt met meters dikke veen- en kleiafzettingen. De diepte waarop de top van het pleistocene dekzand kan worden aangetroffen, varieert van dicht onder maaiveld (gelegen op circa 4 à 5 m -NAP) tot meer dan 12 meter -NAP. De scheepswrakken die in Almere zijn aangetroffen bevinden zich vlak onder het maaiveld in de Almere- en Zuiderzeeafzettingen. Tot slot zijn enkele vliegtuigwrakken uit de Tweede Wereldoorlog ontdekt. Deze zijn vrijwel allemaal geruimd na de inpoldering.

Sinds 2000 heeft het archeologisch (voor-)onderzoek in Almere zich gericht op het opsporen en, indien mogelijk, *in situ* behouden van archeologische vindplaatsen. De onderzoeken die sindsdien zijn uitgevoerd laten zien dat vindplaatsen overal in de ondergrond van de gemeente aanwezig kunnen zijn. Uit een recente evaluatie van dit onderzoek blijkt dat het op dit moment onmogelijk is om met enige betrouwbaarheid de aanwezigheid van vindplaatsen te voorspellen met behulp van verwachtingsmodellen.⁴ Deze verwachtingsmodellen zijn gericht op het opsporen van steentijdvindplaatsen in het begraven dekzandlandschap en hiervoor is met name inzicht in het reliëf en de mate van intactheid van het begraven dekzandlandschap van belang. Dit inzicht is op dit moment onvoldoende om gedetailleerd de exploitatiemogelijkheden van het landschap te bepalen en derhalve is veldonderzoek door middel van mechanische boringen noodzakelijk om dit inzicht te vergroten en om vindplaatsen op te sporen. Hetzelfde geldt voor het bepalen van de exploitatiemogelijkheden van de holocene landschappen, de kennis hiervan is nog veel beperkter in vergelijking met het begraven pleistocene dekzandlandschap.

Binnen de grenzen van de huidige individuele plangebieden (kavels) is niet eerder gezocht naar archeologische resten. Wel zijn op de reeds uitgegeven kavels in Oosterwold de afgelopen jaren diverse archeologische onderzoeken uitgevoerd, waarbij meerdere vindplaatsen zijn aangetroffen.

Om de archeologische verwachting van Oosterwold te kunnen specificeren, is door Bureau Archeologie en Monumentenzorg van de Gemeente Almere een bureauonderzoek uitgevoerd en voor

⁴ Hogestijn & Smith 2014.

de uitvoering van onderhavig onderzoek is een Programma van Eisen opgesteld.⁵ Door EARTH is vervolgens een Plan van Aanpak opgesteld.⁶ Het bureauonderzoek, het Programma van Eisen en het Plan van Aanpak vormen de basis voor het archeologisch onderzoek te Almere Oosterwold, zoals dit door EARTH is uitgevoerd.

1.3 Doel- en vraagstellingen

Het algehele doel van het inventariserend veldonderzoek (IVO) is het aanvullen en toetsen van de gespecificeerde archeologische verwachting, zoals geformuleerd in het bureauonderzoek.⁷ Hiervoor is een fasering opgebouwd met voor elke fase een specifieke vraagstelling, onderzoeksmethodiek en operationalisering.

Fase 1 verkennend booronderzoek

Bij de eerste fase van het archeologisch onderzoek staat de vraag centraal wat de vormeenheden van het landschap in het onderzoeksgebied zijn, of deze nog intact zijn en hoe die van invloed kunnen zijn geweest op de locatiekeuze van de mens in het verleden. Daarnaast staat de vraag centraal wat de kansarme en de kansrijke zones zijn voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen in het plangebied. Het verkennend onderzoek heeft zes onderzoeksvragen:

- Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, het reliëf en de gaafheid van de top van het pleistocene oppervlak?
- Wat is de stratigrafie van het dekzand en de archeologische potentie daarvan?⁸
- Zijn er donker verkleurde en/of ontkalkte zones in de afzettingen van het Wormer laagpakket in het onderzoeksgebied aanwezig?
- Wat is de diepteligging, dikte en mate van rijping van de lagen van het Wormer laagpakket?
- Is het Hauwert Complex in het plangebied te onderscheiden? Zo ja, wat is de verspreiding, dikte en samenstelling van die laag?
- Bestond er tijdens het Subboreaal daadwerkelijk een verbinding tussen Zuidwestelijk Flevoland, het Oer-IJ en de kust?

⁵ Smith 2011 (bureauonderzoek Oosterwold); Jongste & Kluiving 2017 (Programma van Eisen).

⁶ De Moor *et al.* 2017 (Plan van Aanpak).

⁷ Smith 2011.

⁸ Voor deze onderzoeksvraag is specifiek aandacht geschonken aan humeuze lagen en bodemniveaus welke zich onder het dekzand bevinden en mogelijk in de Bølling-Allerød perioden dateren. Deze niveaus hebben een mogelijke archeologische verwachting op het aantreffen van archeologische resten uit het Laat-Paleolithicum. Binnen onderhavig onderzoek is door middel van pollenanalyses en dateringen nader onderzoek verricht naar deze verwachting. De resultaten worden in Hoofdstuk 7 behandeld.

Fase 2 karterend booronderzoek

Het doel van het karterend booronderzoek is het opsporen van archeologische vindplaatsen. Hierbij staat de vraag centraal welke aanwijzingen er zijn voor de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen binnen de intacte bodems die tijdens de verkennende fase zijn aangetoond. Daarnaast vormen de volgende vragen onderdeel van het karterend onderzoek:

- Zijn er archeologische indicatoren die wijzen op de aanwezigheid van archeologische steentijdvindplaatsen op en in de relevante onderscheiden lagen?
- Wat is de diepteligging van eventueel aanwezige archeologische resten
- Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, het reliëf en de gaafheid van de top van het pleistocene oppervlak?
- Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, dikte, diepteligging, mate van rijping en archeologische potentie van het Laagpakket van Wormer?
- Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, dikte, diepteligging, mate van rijping en archeologische potentie van het Hauwert laagcomplex?

Fase 3 waarderend booronderzoek

Indien uit Fase 2 locaties naar voren zijn gekomen die aangeduid kunnen worden als een archeologische vindplaats, dan dient aanvullend onderzoek in de vorm van een waarderend booronderzoek plaats te vinden. Bij een waarderend booronderzoek dienen de aard, omvang, begrenzing, datering en de fysieke en inhoudelijke kwaliteit van de aanwezige archeologische resten te worden vastgesteld. Het waarderend onderzoek heeft vijf onderzoeksvragen:

- Wat is de omvang/begrenzing van de archeologische vindplaatsen?
- Wat is de diepteligging en datering van de vindplaatsen?
- Uit welke lithologische eenheid zijn de vondsten afkomstig?
- Wat is de fysieke kwaliteit (gaafheid en conservering) van de vindplaatsen?
- Wat valt er te zeggen over de aard van de vindplaatsen?

Ter aanvulling op de hierboven weergegeven onderzoeksvragen, zijn gedurende het onderzoek nieuwe en aanvullende vragen en doelstellingen ontstaan, welke tijdens een specialistenoverleg zijn vastgesteld.⁹ Het betreft de volgende aanvullende vragen:

- Wat is de ruimtelijke verspreiding van indicatoren in het landschap in relatie tot gradiënten in het landschap?
 - Welke indicatoren komen voor en in welke samenstelling per vindplaats?

⁹ Vastgelegd in notulen van het specialistenoverleg van 7 februari 2019.

- In welke microlandschappelijke context komen deze clusters van indicatoren voor?
- Wat was de afstand van de vindplaatsen tot (zoet) water?
- Wat was de tijdsdiepte die in verschillende vindplaatsen is vastgesteld?
- Hoe is de houtskoolverspreiding in aantal- en gewichtsklassen in het dekzandlandschap en is er een verband met de aanwezige vindplaatsen (reliëf, primaire indicatoren)?
- Wat is de paleogeografische ontwikkeling vanaf het einde van de laatste ijstijd in Oosterveld? Wat was de bewoonbaarheid en exploiteerbaarheid van het landschap vanaf het einde van de laatste ijstijd en gedurende het Holoceen?
- Tot welk niveau kunnen toekomstige inrichtingsplannen aangedragen door initiatiefnemers worden getoetst op basis van de resultaten van dit onderzoek en wanneer is aanvullend waarderend onderzoek noodzakelijk (bepaling reikwijdte)?¹⁰

Geo-archeologisch assessment

Tot nu toe zijn de archeologische vondsten uit holocene landschappelijke contexten in Zuidelijk Flevoland vooral toevalsvondsten gebleken (zoals de Klokbeek visweren bij Stichtse Kant, Swifterbant aardewerk en bewerkt natuursteen bij de Grote Trap in Zeewolde, een Trechterbeker-geweihamer uit de Kievitstocht in Almere Hout en een Romeinse vindplaats bij het Kotterbos Lelystad).¹¹ Deze toevalsvondsten uit verschillende holocene afzettingen maken echter wel duidelijk dat er in Zuidelijk Flevoland rekening gehouden moet worden met de aanwezigheid van archeologische vindplaatsen in holocene sedimenten die op verschillende dieptes en bovendien gestapeld boven elkaar kunnen voorkomen.

Hoewel uit eerdere onderzoeken blijkt dat er een dik pakket van holocene afzettingen in de ondergrond van Zuidelijk Flevoland aanwezig is (tot ~8m dikte)¹², zijn er maar beperkt onderzoeken uitgevoerd gericht op de mogelijkheden voor bewoning op holocene afzettingen in Zuidelijk Flevoland.¹³ Sterker nog, tot op heden zijn er geen onderzoeken uitgevoerd waarbij de mogelijkheden voor bewoning in Zuidelijk Flevoland gecombineerd worden met de holocene landschapsgenese van het gebied om de exploitatiemogelijkheden van dat landschap te reconstrueren. Dergelijk onderzoek is echter wél cruciaal om inzicht te krijgen in de locatiekeuze en activiteiten in het gebied gedurende het Holoceen.

Om inzicht te krijgen in de verschillende holocene afzettingen en de exploitatiemogelijkheden van het holocene landschap in Zuidelijk Flevoland is als onderdeel van onderhavig inventariserend veldonderzoek een geo-archeologisch assessment uitgevoerd. Een geo-archeologisch assessment is

¹⁰ Daarbij gebruik makend van Bijlage IV Waarderen van Vindplaatsen van de KNA en het Hanzelijn rapport van Hamburg et al. 2014.

¹¹ Van de Geer 2013; Van Heeringen et al. 2014.

¹² Ente et al. 1986; Koopstra et al. 1993; Lenselink & Koopstra 1994; Menke et al. 1998.

¹³ o.a. Woltinge 2010; De Moor 2015.

een methode die binnen prospectief onderzoek sterk gericht is op het toekennen van een archeologische waardebeoordeling van landschappen. Benodigde gegevens hiervoor zullen verkregen door de inzet van een breed spectrum aan aardwetenschappelijke en biologisch gerelateerde onderzoeksmethoden (boringen, dateringen, analyses van pollen, diatomeeën, foraminiferen en ostracoden).

Als onderdeel van het geo-archeologisch assessment zijn vier onderzoeksvragen opgesteld, deze onderzoeksvragen vormen een uitbreiding op de onderzoeksvragen welke voor het verkennend booronderzoek zijn opgesteld:

- Wat is het afzettingmilieu van het Laagpakket van Wormer en zijn deze afzettingen onder te verdelen in verschillende fasen?¹⁴
- Wat is de landschappelijke setting, de ouderdom en de archeologische potentie van de geulen in het plangebied?
- Zijn er oeverwallen nabij de geulen? Zo ja, wat is de archeologische potentie hiervan?
- Wat is het afzettingmilieu, de ouderdom en archeologische potentie van het Hauwert Complex en van de Flevomeer Laag?

In aanvulling op het geo-archeologisch assessment dat specifiek op de holocene afzettingen is gericht, is gedurende het onderzoek ook onderzocht in hoeverre mogelijke Bølling-Allerød lagen aanwezig zijn en wat de archeologische potentie hiervan is, de resultaten van dit deelonderzoek worden in Hoofdstuk 7 besproken.

1.4 Ligging van het plangebied

Het plangebied (Oosterwold) betreft een verzameling individuele kavels die qua grootte variëren van ongeveer 1 hectare tot bijna 45 hectare en ligt ten zuidoosten van Almere. Het gebied wordt aan de noordkant begrensd door de snelweg A6, aan de oost- en zuidkant door de snelweg A27 en aan de westkant door de Hoge Vaart en de provinciale weg N305 (Waterlandseweg). De exacte ligging van het plangebied is weergegeven in Afbeelding 1 en gegevens van de individuele kavels staan weergegeven in Tabel 1. Momenteel is het gebied grotendeels in gebruik als akkerland, waarbij in toenemende mate het landgebruik verandert naar bebouwing en stadslandbouw.

Het gehele onderzoek is door EARTH Integrated Archaeology B.V. uitgevoerd in de periode oktober 2017 - december 2019.¹⁵ Het inventariserend veldonderzoek is uitgevoerd conform de BRL 4000

¹⁴ Feitelijk worden hier de zogenaamde (lokale) Oude Getijde Afzettingen bedoeld, maar deze benaming is lithostratigrafisch niet correct en daarom wordt in dit rapport de vigerende lithostratigrafische benaming gebruikt (Laagpakket van Wormer van de Formatie van Naaldwijk).

¹⁵ Het oorspronkelijke onderzoek bestond uit kavels A-J, op verzoek van opdrachtgever is in juni 2019 hier nog kavel K aan toegevoegd. Het onderzoek op dit kavel is in de periode juni-december 2019 uitgevoerd en opgenomen in onderhavig rapport.

(Protocol 4003) en de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA) versie 4.1.¹⁶ Voor aanvang van het veldwerk is een Plan van Aanpak opgesteld, is het onderzoek aangemeld bij Archis en zijn KLIC meldingen uitgevoerd.

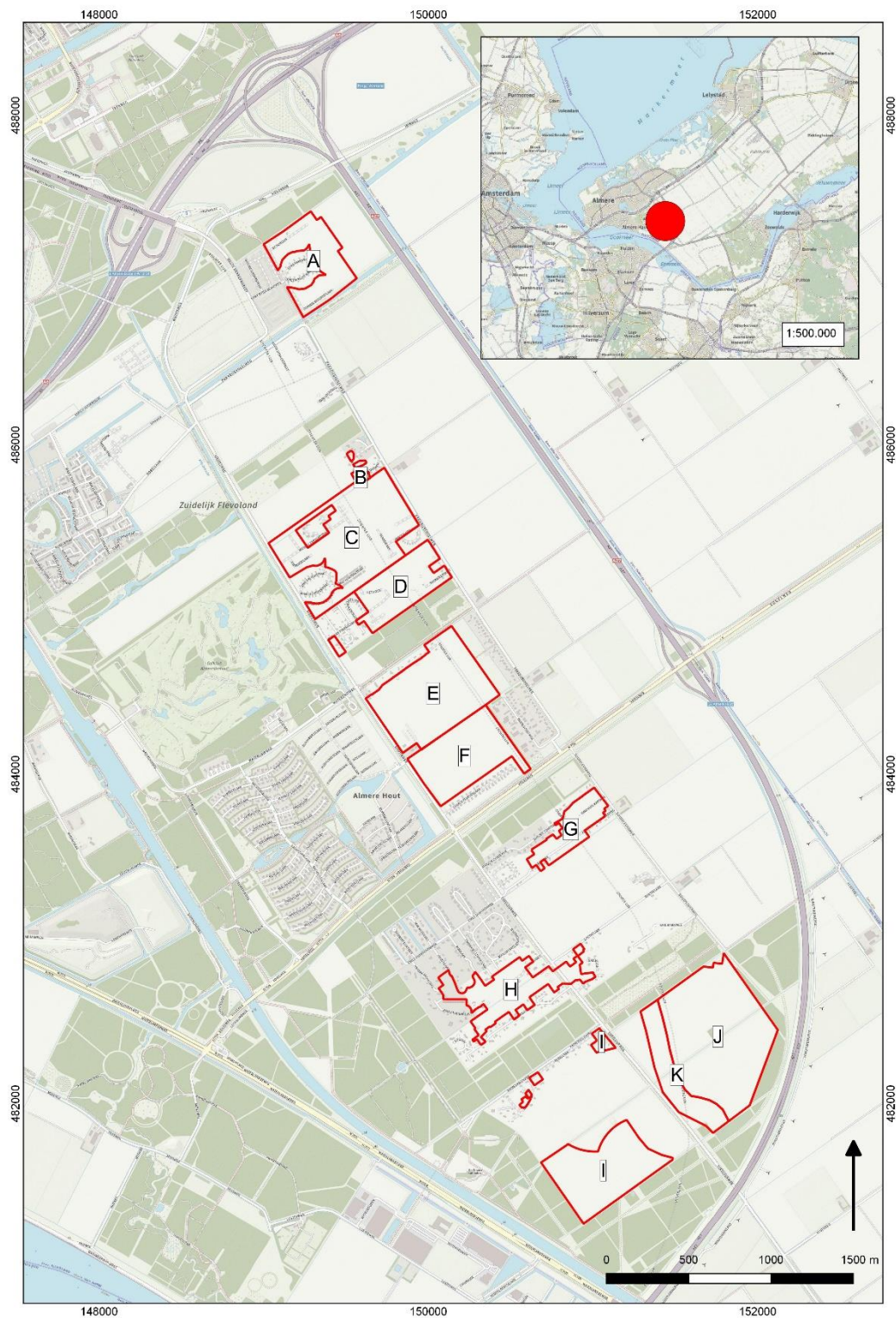
Kavel	Centrum coördinaten	Oppervlakte (m ²)
A	149300,96 / 487116,84	150.599
B	149576,54 / 485843,80	9.372
C	149534,41 / 485436,65	353.992
D	149817,72 / 485126,74	156.040
E	150220,08 / 484112,33	208.155
F	150028,23 / 484491,00	316.757
G	150864,78 / 483667,13	88.413
H	150501,53 / 482693,00	167.895
I	150890,24 / 482266,02	230.428
I (losse kavels)	151061,89 / 481594,55	18.451
J	151757,78 / 482407,45	444.617
K	151448,25 / 482178,68	112.349

Tabel 1: Overzicht onderzochte kavels Oosterwold (zie tevens Afbeelding 1).

1.5 Leeswijzer

In hoofdstuk 1 zijn een korte inleiding op het onderzoek en de doel- en vraagstelling van het onderzoek weergegeven. In hoofdstuk 2 zijn de toegepaste onderzoeksmethodieken beschreven. In hoofdstuk 3 zijn vervolgens per kavel de resultaten van het verkennend booronderzoek weergegeven. In hoofdstukken 4 en 5 zijn de resultaten van de karterende en waarderende fase van het onderzoek opgenomen. In hoofdstuk 6 zijn de resultaten van de multi-proxyanalyses opgenomen. In hoofdstuk 7 zijn de synthese van het landschappelijk onderzoek en het geo-archeologisch assessment weergegeven en hoofdstuk 8 vormt een concluderend hoofdstuk waarin tevens aanbevelingen zijn opgenomen. Alle kaarten, profielen en overige gegevens van het onderzoek zijn in bijlagen opgenomen.

¹⁶ SIKB 2018.



Afbeelding 1: Ligging van de onderzochte kavels in Oosterwold (bron: PDOK).

2 Methoden en technieken

2.1 Verkennend booronderzoek (fase 1)

Het verkennend booronderzoek is uitgevoerd conform de eisen welke in het PvE gesteld zijn. Dit houdt in dat er gebruik gemaakt is van een sonische boormachine met een aqualock-sampler (diameter 70 mm) en een boorgrid van 40 x 34,6 meter. De boringen zijn voor zover mogelijk tot 2 meter in de top van het dekzand gezet. De locaties en maaiveldhoogte van de boringen zijn bepaald met behulp van een DGPS. De boringen zijn beschreven conform de Archeologische Boorbeschrijvingsmethode (ASB).¹⁷ De beschrijvingen en de daaropvolgende interpretaties zijn uitgevoerd door een team van ervaren prospectoren en fysisch geografen.¹⁸ Voor invoer van de boorgegevens is in het veld gebruik gemaakt van veldcomputers en TerraIndex software. Alle boorbeschrijvingen en gegevens staan in Bijlage 1. In totaal zijn er in Fase 1 1492 boringen uitgevoerd, zie Tabel 2.¹⁹

Kavel	Aantal boringen
A	107
B	7
C	259
D	119
E	229
F	6
G	67
H	121
I	166
I (losse velden)	11
J	316
K	84

Tabel 2: Overzicht hoeveelheid boringen fase 1 (verkennend booronderzoek).²⁰

De boorbeschrijvingen van het verkennend booronderzoek vormen de basis voor een serie kaarten. De gegevens van het verkennend booronderzoek zijn, conform de eisen gesteld in het PvE, aan de hand van een GIS (QGIS) vertaald naar een serie kaarten per kavel (de kaarten zijn opgenomen in Bijlagen 2A-J):

¹⁷ Bosch 2005.

¹⁸ J. de Kramer, D. van den Biggelaar & J. de Moor.

¹⁹ De mechanische boringen zijn uitgevoerd door Daemen milieutechniek B.V.

²⁰ De boringen op kavel F zijn een kleine aanvulling op verkennend booronderzoek dat reeds in 2016 op het grootste deel van dit kavel is uitgevoerd, echter in het kader van andere planvorming.

- De diepteligging van de top van het (begraven) pleistocene oppervlak gemaakt in reliëfklassen van 25 cm, hierbij zijn tevens de aangetroffen bodemhorizonten, het bovenliggende sediment en de aard van de overgang naar bovenliggend sediment weergegeven.
- De dikte van het dekzand (lithostratigrafisch betreft dit het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Boxtel, voorheen ook “Jong Dekzand” genoemd), weergegeven in reliëfklassen van 25 cm, in dezelfde kaarten is ook weergegeven wat de aard van het sediment is dat onder het dekzand ligt (indien aangetroffen).
- De verspreiding en dikte van de afzettingen van het Laagpakket van Wormer en rietveen van de Hollandveen laag.
- De verspreiding en diepte van de onderkant van de Flevomeer Laag.

Alle informatie betreffende de top van het dekzand is vanuit de boorbeschrijvingen vastgelegd in tabelvorm (met boorpuntnummer, X/Y-coördinaten, dekzanddiepte in cm -NAP en informatie over bodemtype, bodemhorizonten, aard bovengrens en aard afdekkend materiaal). Voor het vervaardigen van de reliëfkaarten van het begraven dekzandlandschap is ook gebruik gemaakt van gegevens die zijn verkregen bij per kavel uitgevoerde karterende en waarderende boringen (diepteligging top dekzand in cm -NAP). Alle NAP-waarden van de top van het dekzand zijn wederom in tabelvorm vastgelegd. Met behulp van deze XYZ-database zijn per kavel met het programma SURFER grid-bestanden gemaakt. Hierbij wordt een onregelmatig verspreide puntenwolk met gegevens omgezet in een regelmatig grid, teneinde vervolgens contourkaarten te kunnen maken van het begraven dekzandreliëf. Voor deze omzetting is in SURFER gebruik gemaakt van de *kriging* interpolatietechniek. De verkregen kaarten zijn vervolgens in QGIS als rasterlaag geïmporteerd en bewerkt, zodat leesbare reliëfkaarten van het begraven dekzand zijn ontstaan. Op dezelfde manier zijn kaarten gemaakt met dikte en verspreiding van oudere pleistocene afzettingen (inclusief dikte van het dekzand), verspreiding en dikte van het Laagpakket van Wormer + Hollandveen en van de diepteligging van de basis van de Flevomeer Laag.

Bij het verkennend booronderzoek was diepteregistratie van de verschillende afzettingen van groot belang.²¹ Dit is in het veld gedaan door diepteligging en dikte van lagen vanaf de onderkant van de boorkern te rekenen en niet de diepte vanaf de bovenkant van de boorkern te bepalen. Om de compactie van de sedimenten door de gebruikte techniek te controleren zijn er verspreid in het gehele onderzoeksgebied steekproefsgewijs 100 handmatige gutsboringen gezet ter controle van de diepteregistratie, waarbij rekening is gehouden met verschillende landschaps-/bodemkenmerken

²¹ Zie bijvoorbeeld Hamburg et al. 2014.

(klei, veen, zand, zavel etc.) worden.²² De achterliggende gedachte voor de systematische handmatige gutsboringen is dat wordt vastgesteld welke afwijkingen er kunnen optreden in verschillende bodems/grondsoorten bij het zetten van aqualock boringen.²³

2.2 Karterend en waarderend booronderzoek (fase 2-3)

Het doel van het karterend booronderzoek is het opsporen van archeologische vindplaatsen. Hierbij is gebruik gemaakt van een mechanische boorinstallatie, uitgerust met een avegaarboor met een diameter van circa 15 cm. Van elke avegaarboring is minimaal 50 cm van de top van het dekzand bemonsterd.²⁴ De boringen van het karterend onderzoek zijn gezet in een gelijkzijdig driehoeksgrid van 20,0 x 17,3 m. Dit resulteert in een boordichtheid van gemiddeld circa 29 boringen per hectare.²⁵ Voor locatiebepaling van de karterende boringen is conform het PvE en/of in overleg met het Bevoegd Gezag gebruik gemaakt van twee methoden. Voor een deel van de kavels is bepaald dat een karterend onderzoek plaatsvindt in alle intacte delen van het begraven dekzandlandschap (dit kunnen zowel dekzand gebieden zijn met een podzolbodem alsmede een vaaggrond). Daarnaast is voor een deel van de kavels de methodiek toegepast zoals deze in het PvE is gepresenteerd.²⁶

In beide gevallen is uitgegaan van de resultaten van het verkennend booronderzoek. Deze informatie maakt namelijk duidelijk waar per kavel niveaus aanwezig zijn die archeologische resten kunnen bevatten en of deze niveaus nog intact (niet geërodeerd) zijn. Daarnaast levert het verkennend booronderzoek inzicht in het reliëf van het begraven landschap, het gaat hierbij dan om bijvoorbeeld de ligging van hoge dekzandruggen/dekzandkoppen en lager liggende en/of reliëfarme gebieden (dekzandvlakten).

Het karterend onderzoek op kavels B, G, H en K is uitgevoerd op intacte dekzandlandschappen met vooral intacte podzolbodems. Op kavel I is vanwege de ligging het van kavel binnen een AMK terrein het gehele niet-geërodeerde dekzandoppervlak onderzocht. Voor kavels A, C, D, E, F en J geldt dat hier de steekproefmethodiek conform het PvE is toegepast (de steekproefkaarten zijn opgenomen in Bijlage 5). Een overzicht van de uitgevoerde boringen per kavel is opgenomen in Tabel 3.

²² Onderzoek heeft aangetoond dat handmatige gutsboringen over het algemeen de meest nauwkeurige diepteregistraties opleveren, zie Nales & Smith 2012 en Hamburg *et al.* 2014.

²³ Dit deel van het onderzoek vormde het onderwerp van de afstudeerstage van dhr. K. Schell (*"It takes guts: een statistisch onderzoek naar de verschillen in diepteregistratie tussen de Sonic Drill met Aqualock Sampler en de handgutsboor in Almere Oosterveld"*), student archeologie Saxion Hogeschool en maakt verder geen deel uit van onderhavig rapport.

²⁴ Omdat er in het verkennende onderzoek geen gerijpte kleien of veraard veen is aangetroffen dat ooit een begaanbaar landoppervlak moet zijn geweest, beperkte de monsternamen zich tot de top van het pakket dekzand.

²⁵ De boringen zijn uitgevoerd door Daemen Milieutechniek B.V. en zijn bemonsterd en beschreven door J. de Moor, D. van den Biggelaar en L. Schaarman. De monsters zijn gezeefd en gedroogd door en bij ADC Archeoprojecten te Amersfoort.

²⁶ Methodiek opgesteld door W. Smith, gemeente Almere.

Kavel	Fase 2	Fase 3	Fase 3 aanvullend	Geo-archeologisch assessment fase 2	Geo-archeologisch assessment fase 3
A	219	54	2	28	
B	16	48	-	-	
C	477	288	25	20	
D	182	65	-	-	
E	292	139	13	17	23 ²⁷
F	227	218 ²⁸	15	-	
G	124	104	-	14	
H	218	201	4	19	
I	359	261	8	75	
J	438	179	-	-	
K	122	21	-	-	

Tabel 3: Per kavel uitgevoerde boringen fasen 2 en 3. ²⁹

Uitgangspunt bij de steekproef is dat een wetenschappelijk zo goed mogelijk onderbouwd minimum uit elke landschappelijke zone onderzocht dient te worden op de aanwezigheid van archeologische indicatoren (zones waar de top van het dekzand is geërodeerd vormen hierop een uitzondering).

Uit wetenschappelijk onderzoek is gebleken dat het in geval van grote ruimtelijke ontwikkelingen niet nodig is om iedere landschappelijke zone compleet af te zoeken, maar dat het voldoende is om zo'n 45% van een landschappelijke zone te onderzoeken.³⁰ Het volledig onderzoeken van alle landschappelijke zones zou bovendien tot hogere financiële lasten leiden dan vanuit archeologische optiek nodig en nuttig is. Uitgangspunt van het karterend onderzoek is dus een representatieve steekproef van 45% van de verschillende intacte landschappelijke zones (zones met erosie van de top van het dekzand zijn dus uitgezonderd).³¹

Voor de uiteindelijke bepaling van de te onderzoeken gebieden met de steekproef, zijn de kavels onderverdeeld in individuele vakken van 70 bij 69,28 meter die elk een eigen nummer hebben. Hierin passen precies 20 karterende boringen (in een 20 x 17,3 meter grid). Bij aangrenzende vakken sluit het boorgrid aan. Binnen de vakken is onderscheid gemaakt tussen "afgetopt" en "intact", dit op basis van de verkennende boringen. De blokken met overwegend afgetopte profielen vallen buiten

²⁷ Avegaar boringen in holocene afzettingen.

²⁸ Inclusief boringen op het voormalige RegenVillages kavel.

²⁹ Op kavel F is reeds in 2016 voor een deel een karterend onderzoek uitgevoerd, echter in het kader van andere planvorming. In onderhavig onderzoek is het resterende deel van kavel F door middel van karterend en waarderend booronderzoek onderzocht.

³⁰ Programma van Eisen Oosterwold Fase 1, bijlage 7; 2017.

³¹ Conform het archeologiebeleid van de gemeente Almere en het Programma van Eisen.

het steekproefplan. De intacte delen zijn onderscheiden in 3 strata (1 = hoog; 2 = middelhoog; 3 = laag). Uit ieder stratum is een willekeurige (aan de hand van een QGIS-script) steekproef genomen van 45%. In de niet-getrokken vakken is dan ook geen karterend booronderzoek uitgevoerd (ondanks dat er hier wel sprake kan zijn van intacte dekzandlandschappen met een hoge archeologische potentie).

De monsters zijn met kraanwater gespoeld over een zeef met een maaswijdte van 1,0 mm². De zeefresiduen zijn bij kamertemperatuur gedroogd. Alle zeefresiduen zijn integraal bekeken onder de stereomicroscoop.³² Dit is gebeurd aan de hand van een Leica MS5 (vergroting 6,3x tot 40x), een Leica M80 (vergroting 7,5x tot 60x) of een Olympus ZSX9 (vergroting 6,3x tot 59x). Gekeken is naar de eventuele aanwezigheid van archeologische indicatoren als bewerkt vuursteen, fragmenten aardewerk, natuursteen, fragmenten van verkoolde hazelnootdoppen en al dan niet verbrand bot. Tevens is de aanwezigheid van houtskool en knappersteen genoteerd, evenals het voorkomen van botanische indicatoren.

De aanwezigheid van een harde indicator (antropogeen vuursteen, verkoolde hazelnootdoppen, natuursteen, verbrand bot en aardewerk) is vrijwel altijd aanleiding geweest om een waarderend booronderzoek uit te voeren. Per kavel is hiertoe rondom elke locatie met een harde indicator met een Avegaar boor (diameter circa 15 cm) steeds een enkelvoudige zeshoekige 'ring' van 6 boringen geplaatst. Deze boringen passen in een gelijkzijdig driehoeksgrid van 10 x 8,66 meter en zijn zodanig gezet dat een zeshoekige ring ontstaat rondom de harde indicatoren. Daarbij is tevens tussen de boringen uit de karterende fase een boring gezet. De monsternamen en verdere monsterbehandeling en analyse is hetzelfde als bij het karterend onderzoek is toegepast.

Na uitvoering van het waarderende booronderzoek was er een kans dat vindplaatsen nog niet volledig begrensd waren, bijvoorbeeld omdat in de buitenste ring van boringen (d.w.z. tussen de boringen uit het karterende boorgrid) harde archeologische indicatoren zijn aangetroffen. Daarmee is het waarderende onderzoek nog niet afgerond, aangezien de vindplaats niet volledig begrensd is. In enkele gevallen zijn daarom nog aanvullende boringen gezet om de vindplaatsen alsnog ruimtelijk te begrenzen. Inzet van deze fase en locatiebepaling van de boringen is per kavel bepaald in overleg met Bevoegd Gezag. De verdere onderzoeksmethodiek in deze fase is gelijk aan de karterende en waarderende fase (uitgezonderd het boorgrid).

³² De monsters zijn onderzocht door I. Devriendt (vuursteen en natuursteen specialist), M. Niekus (vuursteen specialist), A. Fischer (paleo-ecoloog) en C. van Doorn (paleo-ecoloog).

Per kavel zijn op basis van alle uitgevoerde boringen in fase 2 en 3 de aangetroffen indicatoren en houtskoolspreidingen in kaarten weergegeven (zie Hoofdstuk 4).³³ Tevens zijn hierbij de begrenzingen van de vindplaatsen aangegeven. Vindplaatsen zijn begrensd op basis van harde indicatoren, landschappelijke kenmerken en zeer hoge concentraties houtskool binnen een straal van 10 meter rondom harde indicatoren.³⁴ Rondom de buitenste indicatoren is een zone van 10 meter vastgesteld, welke de kern van de vindplaats vormt. Volgens provinciale richtlijnen is rondom elke vindplaats vervolgens nog een bufferzone van 10 meter vastgesteld. De resultaten van de karterende en waarderende boringen zijn in tabelvorm vastgelegd en geïmporteerd in QGIS, waarna er verspreidingskaarten van primaire indicatoren en houtskool zijn vervaardigd en de afmetingen en begrenzingen van de vindplaatsen zijn vastgesteld (zie Bijlage 4A-J).

2.3 Multi-proxyanalyse en geo-archeologisch assessment³⁵

Op alle kavels zijn voor het verkennend booronderzoek boringen uitgevoerd met de aqualock-machine binnen het standaard grid voor verkennend booronderzoek (40 x 34,6 meter, conform PvE). Om een geo-archeologisch assessment te kunnen maken van het holocene landschap in Zuidelijk Flevoland zijn zoveel mogelijk evenredig verspreid over het onderzoeksgebied (kavels A, C, E, G, H en I) en zoveel mogelijk haaks op geconstateerde en/of eventueel aanwezige geulpatronen (Eem en/of getijdegeulen) aanvullende boorraaien geplaatst, waarbij de afstand tussen de boringen binnen een raai 20 meter bedraagt. De locaties voor de verdichtende raaien zijn deels voorafgaand aan het veldwerk vastgesteld (kavels C, E, G en H) en deels tijdens en na uitvoering van de verkennende boringen van fase 1. Dit was het geval op kavels A en I, waar tijdens uitvoering van de verkennende boringen bleek dat er dermate bijzondere en specifieke landschappelijke fenomenen aanwezig waren, dat extra raaien gewenst waren om meer inzicht te verkrijgen in deze elementen.

Voor kavel A geldt dat de tussenafstand deels 10 meter bedraagt (zie profiel in Bijlage 2A). De boringen voor deze raaien zijn grotendeels gedurende de verkennende fase van het veldwerk geplaatst, aangezien ze onderdeel uitmaken van, en een verdichting vormen op het reguliere boorgrid voor de verkennende fase. Daarnaast is op kavel I een serie boringen in een 20 meter grid geplaatst, teneinde inzicht te verkrijgen in de mogelijke aanwezigheid van enkele specifieke aspecten in het landschap te plekke (zie verder Hoofdstuk 3). Tientallen boorkernen zijn na beschrijving in het veld tijdens fase 1 bemonsterd. Na het opstellen van een monsterselectie en een uitwerkingsplan zijn vervolgens op kantoor van EARTH diverse kernen bemonsterd voor natuurwetenschappelijk

³³ Afzonderlijke kaarten en tabellen van fasen 2 en 3 zijn opgenomen in Bijlagen 3-5.

³⁴ Per kavel kan hierbij de definitie van “zeer hoog” variabel zijn: in overleg met Bevoegd Gezag is hiertoe besloten en zijn alleen boringen geselecteerd die sterk afwijken van een gemiddelde per kavel. De zeggingskracht van houtskool als indicator is te beperkt om heel veel boringen met veel houtskool mee te nemen bij de begrenzing van vindplaatsen.

³⁵ Conform het PvE valt dit deel van het onderzoek onder fasen 2 en 3.

onderzoek en dateringen t.b.v. het geo-archeologisch assessment. Uiteindelijk zijn meerdere geulen (kavels A, G en I), oeverafzettingen (kavel A) en komgebieden (kavel A, I, H, C, E) geselecteerd voor analyse van monsters (in Hoofdstuk 6 is een overzicht van gewaardeerde en geanalyseerde monsters opgenomen). Tenslotte zijn op verzoek van het Bevoegd Gezag op kavel E 23 Avegaarboringen geplaatst t.b.v. onderzoek naar archeologische indicatoren in een humeus niveau van het Laagpakket van Wormer.

*Pollen*³⁶

Uit boorkern 1232 (kavel I) zijn dertien monsters (van 1 ml.) genomen voor pollenonderzoek. Tevens zijn verspreid over het gehele plangebied voor pollenonderzoek zestien monsters (van 1 ml.) genomen uit humeuze lagen die zich onder het dekzand bevinden. De palynologische bereiding van de monsters is door mw. A.L. Philip van het paleo-ecologisch laboratorium van de Universiteit van Amsterdam uitgevoerd volgens de standaardbereiding voor pollenmonsters, waarbij er een tablet *Lycopodium* sporen is toegevoegd, om de berekening van percentages mogelijk te maken.³⁷

Na bereiding zijn de monsters gewaardeerd op geschiktheid voor nadere analyse. Op basis hiervan is in samenspraak met directievoerder en bevoegd gezag en op basis van conservering, relevantie en aansluiting bij de onderzoeksvragen en overig specialistisch onderzoek, een selectie gemaakt van te analyseren monsters.

De analyse is uitgevoerd met behulp van een doorvallend-lichtmicroscop, met vergrotingen tot 1000x. Zowel stuifmeelkorrels als andere microfossielen (sporen, resten van mestschimmels en algen e.d.) zijn geteld en op naam gebracht.³⁸ De geanalyseerde preparaten zijn voor zover mogelijk geteld tot een pollensom van minimaal 400. Deze zogenaamde pollensom bevat alle typen stuifmeelkorrels, exclusief de moeras- en waterplanten. Doordat deze vaak over-gerepresenteerd worden in het pollenspectrum, kan dit een vertekend beeld van de vegetatie opleveren. De percentages van alle geïdentificeerde taxa zijn berekend over de pollensom. Vervolgens zijn alle geïdentificeerde taxa ingedeeld op basis van hun vegetatie- en milieutype aan de hand van de daarvoor relevante literatuur.³⁹ Het pollendiagram is gemaakt met de software Tilia.

*Macroresten*⁴⁰

In totaal 104 monsters voor macrobotanisch onderzoek zijn gezeefd met kraanwater over zeven met een maaswijdte van 2,5, 1, 0,5 en 0,25 mm, waarna de residuen onder een binoculair bekeken zijn

³⁶ Het palynologisch onderzoek is uitgevoerd door J. Kreuning en T. Olijhoek.

³⁷ Volgens Faegri & Iversen 1989.

³⁸ Hierbij is gebruik gemaakt van de gebruikelijke literatuur: Beug (2004).

³⁹ Stortelder et al. 1996; Weeda et al. 2000, etc.

⁴⁰ Deze waardering en selectie is uitgevoerd door C. van Doorn.

op het voorkomen van macrobotanische resten van voldoende kwaliteit (conservering) voor ¹⁴C-dateringen en informatieve landschappelijke waarde.⁴¹

Diatomeeën⁴²

Diverse boorkernen zijn in vier fasen bemonsterd voor diatomeeënonderzoek. In totaal zijn 110 monster gewaardeerd⁴³, vervolgens is van de 110 monsters een selectie van 23 monsters gemaakt voor volledige analyse.⁴⁴ De monsters zijn in twee stappen geprepareerd. Om de aanwezige diatomeeën van het overige sediment te scheiden en, in het algemeen, eventuele CaCO₃ op te lossen, is het monster ondergedompeld in een 10% HCl-oplossing. Hiertoe zijn de monsters eerst overgebracht in een kunststof centrifugebuis met schroefdop (50 ml). Vervolgens is aan het monster gedemineraliseerd water en zoutzuur (HCl) toegevoegd. Het monster is dagelijks geschud zodat het grondmonster uiteen zou vallen en een min of meer homogene suspensie zou ontstaan. Na minimaal twee dagen is het monster eerst gehomogeniseerd en vervolgens (deels) overgebracht in een glazen cultuurbuis. Het monster is vervolgens drie keer gewassen met gedemineraliseerd water om aanwezige Ca²⁺-ionen uit te wassen. Hierbij is tevens door middel van decantatie zoveel mogelijk zand verwijderd. De schaaltes zijn geconcentreerd door bezinking (minimaal 48 uur) en afheveling van de bovenstaande vloeistof. Na deze eerste drie wasstappen zijn de monsters beoordeeld op de aanwezigheid van diatomeeënschaaltes. Hiertoe is een klein deel (ongeveer 1%) van het gehomogeniseerde monster overgebracht in een bezinkingscuvet. Er is een bezinkingsperiode van minimaal één uur in acht genomen alvorens de scans zijn uitgevoerd. De monsters zijn gescand bij een vergroting van 200x met een additionele vergrotingsfactor van 1,5x. Er is gebruik gemaakt van een Olympus IMT-2 microscoop, voorzien van een Olympus SPlanApo 20x/0, 7 objectief en WHK 10x oculairs. De scan is uitgevoerd in helderveld. In afwachting van verdere preparatie zijn de monsters koel bewaard (5°C). Na selectie van een deel van de monsters is het preparatieproces vervolgd. Hierbij is eerst zoveel mogelijk water uit de cultuurbuis verwijderd. Aan het bezinksel is 2 ml 96% H₂SO₄-oplossing toegevoegd voor verkoling van aanwezig organisch materiaal. Na re-suspensie is het monster minimaal 60 minuten verwarmd bij 95 °C in een waterbad. Vervolgens is voorzichtig 2 tot 4 ml 30% H₂O₂-oplossing toegevoegd en het monster minimaal een half uur geïncubeerd bij 95 °C (zolang als nodig om de zwarte kleur te doen verdwijnen). Tenslotte is de suspensie van kiezel-schaaltes minstens vijf keer gewassen met gedemineraliseerd water. Ook bij deze wasstappen is getracht zo veel mogelijk zand door decantatie te verwijderen. De bezinkingstijd per wasstap bedroeg minimaal 48 uur. Na de laatste wasstap is door verdunning met aquadest de concentratie

⁴¹ Fase 2 - geo-archeologisch assessment inclusief datering landschap.

⁴² Waardering en analyse van de diatomeeënonderzoek is uitgevoerd door G. Verweij (Bureau Waardenburg).

⁴³ Fase 2 van het geo-archeologisch assessment.

⁴⁴ Fase 3 van het geo-archeologisch assessment.

van schaaltes in de suspensie zodanig aangepast dat de dichtheid van schaaltes in het preparaat optimaal zou zijn voor microscopische analyse.

De gereinigde schaaltes zijn ingebed in Z-rax (brekingsindex 1,72). Daarbij zijn dekglasjes gebruikt met een dikte van 0,15-0,17 mm. Van elk monster is een preparaat duurzaam opgeslagen. De rest van de suspensie is geconserveerd met 96% ethanol en opgeslagen. De oxidatie-preparaten zijn onderzocht in DIC bij een vergroting van 1000x. Hierbij is gebruik gemaakt van een Reichert-Jung Polyvarmicroscop voorzien van een 100x/1, 32 Planapo objectief en WHK 10x oculairs. De soortensamenstelling is bepaald door 200 schaaltes van kiezelwieren te determineren in minimaal 10 random gekozen beeldvelden, of in transecten verdeeld over het preparaat. De determinaties zijn uitgevoerd met de gebruikelijke standaardwerken.

Micropaleontologie: ostracoden, foraminiferen en mollusken⁴⁵

De monsters (110 monsters mollusken / 110 monsters ostracoden / 110 stuks foraminiferen) zijn over een > 63 µ zeef gewassen om de klei/silt fractie te verwijderen en vervolgens gedroogd op een *hotplate*.⁴⁶ Het droge residu is in drie fracties (63-125 µm, 125-250 µm en >250 µm) geanalyseerd onder een binoculaire microscoop. Dit is hoofdzakelijk gedaan om de verdeling in zandfracties (een maat voor energie binnen het systeem), mogelijke grootte-sortering en de aanwezigheid van zeldzame kleine soorten te kunnen bepalen. Na analyse van de monsters is een klein aantal ostracodenmonsters geselecteerd (22 stuks) om de uitvoering van een relatief nieuwe onderzoekstechniek binnen geo-archeologisch onderzoek te testen, namelijk de analyse van zuurstofisotopen van ostracoden.⁴⁷ Hiermee kunnen mogelijk variaties in de zoet/zout verhoudingen van holocene landschappen in Flevoland worden gereconstrueerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van een Isotope Ratio Mass Spectrometer (IRMS; een Thermo Finnigan (Deltaplus) uitgerust met een Gasbench II).

¹⁴C-dateringen

Uit diverse aangetroffen vindplaatsen en bij de waardering van macrobotanische monsters t.b.v. het geo-archeologisch assessment zijn voor datering geschikte monsters geselecteerd en opgestuurd naar het Ångström Laboratory van de Uppsala Universiteit in Zweden. Het betreft in totaal 53 dateringen in fase 1 en 14 in fase 3 (geo-archeologisch assessment) voor landschappelijke reconstructies en voor de datering van de vindplaatsen zijn in fase 2 36 en fase 3 69 dateringen uitgevoerd. De monsters bestaan uit houtskool, verkoolde hazelnootdoppen, verkoolde

⁴⁵ De micropaleontologische analyses zijn uitgevoerd door S. Troelstra van de afdeling Aardwetenschappen van de Vrije Universiteit Amsterdam; de zuurstofisotopenanalyses zijn uitgevoerd door mevr. S. Verdegaa van de afdeling Aardwetenschappen (Stabiele Isotopen Laboratorium) van de Vrije Universiteit Amsterdam.

⁴⁶ Fase 2 geo-archeologisch assessment.

⁴⁷ Fase 3 geo-archeologisch assessment.

dennenappelschubben en/of botanische macroresten (zaden van planten). Voordat de monsters gedateerd konden worden, heeft in het laboratorium een uitgebreide voorbereiding plaatsgevonden, bestaande uit de volgende stappen:

- 1% HCl is toegevoegd, het mengsel is gedurende 8-10 uur verhit tot net onder het kookpunt; tijdens dit proces worden de carbonaten verwijderd.
- 0.5% NaOH is toegevoegd, het mengsel is gedurende 1 uur verhit (60 °C). Bij dit proces wordt zowel een oplosbare als een niet-oplosbare fractie dateerbaar materiaal verkregen. De oplosbare fractie (SOL-fractie) slaat onder invloed van geconcentreerd HCl neer. Deze neerslag, welke voornamelijk uit humus bestaat, wordt gewassen en gedroogd. De niet-oplosbare fractie (INS-fractie genoemd) bestaat voornamelijk uit het originele organische materiaal en zou de meest betrouwbare datering moeten opleveren. Invloeden van vervuiling kan verkregen worden van de SOL-fractie.
- Voor de AMS-meting is het gewassen en gedroogde materiaal (op pH 4) verbrand tot CO₂ en omgezet tot grafiet, gebruikmakend van een Fe-katalyst reactie. De ouderdom van de INS-fractie is uiteindelijk gemeten.

Voor de kalibratie van de monsters is gebruik gemaakt van het programma OxCal 3.10, met de dataset IntCal13.⁴⁸

Sedimentkarakteristieken (korrelgrootte en TGA)⁴⁹

Als onderdeel van het geo-archeologisch assessment (fase 3) zijn van 17 monsters sedimentkarakteristieken bepaald (korrelgrootte en TGA). Doel van dit deel van het onderzoek was om meer inzicht te krijgen in de genese en sedimentsamenstelling van enkele geulen. De korrelgrootteverdeling is één van de meest fundamentele eigenschappen van sedimenten. Deze eigenschap is gecorreleerd aan de opname, het transport en de afzetting van sediment. Analyse van de korrelgrootte wordt met name binnen de aardwetenschappen veel gebruikt voor de interpretatie van afzettingssmilieus, de interpretatie van sedimentaire en bodemkundige processen en de identificatie van brongebieden van sedimenten (herkomst van het materiaal).⁵⁰ Bij een korrelgrootte-analyse wordt de opbouw en de verdeling van het minerale deel van onverhard sediment vaak door middel van laser diffractie bepaald. Door het beschijnen van de minerale korrels met een laser wordt een verstrooiingspatroon verkregen, dat informatie geeft over de korrelgrootte en de korrelgrootteverdeling. De resultaten worden weergegeven in procentuele aandelen per korrelgrootteklasse, waarbij de volgende korrelgrootteklassen worden gehanteerd:

⁴⁸ Reimer et al. 2013.

⁴⁹ De laboratoriumanalyses zijn uitgevoerd door mevr. M. Hagen van de afdeling Aardwetenschappen (Laboratorium voor Sedimentanalyses) van de Vrije Universiteit te Amsterdam.

⁵⁰ Blott & Pye 2001.

- Klei (lutum): $<8\text{ }\mu\text{m}$;
- Silt: $8\text{-}63\text{ }\mu\text{m}$;
- Zand: $63\text{-}2000\text{ }\mu\text{m}$.

Voorafgaand aan de analyse zijn de korrelgroottemonsters chemisch behandeld.⁵¹ Eerst is het organisch materiaal uit het monster verwijderd door het monster enkele uren te koken in een oplossing met 20% H_2O_2 . Vervolgens is de kalk uit het monster verwijderd door het monster opnieuw te verwarmen in een oplossing met 10% HCl . Ten slotte is het monster behandeld met natriumpyrofosfaat ($\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$), om de klei te dispergeren. De zo verkregen monsters zijn met behulp van laser diffractie op een Sympatec HELOS KR *laser particle sizer* geanalyseerd. De korrelgrootteverdelingen zijn per monster vastgelegd, inclusief de procentuele verdeling naar korrelgrootteklasse.

Naast de korrelgrootte worden karakteristieken van een sediment bepaald door de gehalten aan organische stof en kalk. De bepaling hiervan is gedaan door middel van een thermogravimetrische analyse (TGA) met de TGA-601 van Leco Corporation, waarbij een stapsgewijze verhitting van de monsters heeft plaatsgevonden. Met deze methode worden de gehalten (gewichtspersentages) van bepaalde componenten gemeten aan de hand van de gewichtsverandering die optreedt als een monster verhit wordt. De gemeten componenten zijn water (bij $105\text{ }^\circ\text{C}$), organisch materiaal (bij $450\text{-}550\text{ }^\circ\text{C}$) en kalk (bij $850\text{ }^\circ\text{C}$).

⁵¹ Zoals beschreven in Konert & Vandenberghe 1997.

3 Verkennend booronderzoek (fase 1)

3.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zal eerst een algemene beschrijving worden gegeven van de lithologie en lithostratigrafische bodemopbouw zoals deze in Oosterwold aanwezig is. Vervolgens zullen per kavel enkele karakteristieken en details worden weergegeven. Alle boorgegevens en boorbeschrijvingen zijn opgenomen in Bijlage 1 (dit betreffen alle boringen uit fase 1, aangevuld met de aqualock-boringen die voor het geo-archeologisch assessment zijn gezet). Alle kaarten en lithologische en lithostratigrafische profielen waarnaar verwezen wordt in dit hoofdstuk zijn opgenomen in Bijlagen 2A-J. De locaties van de profielen staan eveneens weergegeven op kaarten in Bijlagen 2A-J. Per kavel zijn de volgende kaarten vervaardigd:

- Paleoreliëf van de top van de pleistocene sedimenten, aangevuld met de aangetroffen bodemtypen en bodemhorizonten, aard bovengrens (overgang dekzand - bovenliggend sediment) en aard bovenliggend materiaal (hiervoor is gebruik gemaakt van de boorgegevens uit fasen 1, 2 en 3);
- Dikte van het dekzand (Laagpakket van Wierden van de Formatie van Bortel) en (indien aangetroffen) aard en verspreidingen oudere pleistocene afzettingen die onder het Laagpakket van Wierden liggen (gebaseerd op boorgegevens boringen fase 1 en boringen geo-archeologisch assessment);
- Dikte van het Laagpakket van Wormer (gebaseerd op boorgegevens boringen fase 1 en boringen geo-archeologisch assessment);
- Diepteligging van de onderkant van de Flevomeer Laag: het doel van deze kaart is om weer te geven in hoeverre het systeem van de Flevomeer Laag is ingesneden in de onderliggende afzettingen van het Laagpakket van Wormer (gebaseerd op boorgegevens boringen fase 1 en boringen geo-archeologisch assessment).

Van kavels A, C, D, E, G en H is per kavel een lithologisch profiel en een lithostratigrafisch profiel vervaardigd, voor kavel I zijn er 4 lithologische en lithostratigrafische profielen gemaakt en voor kavel J zijn 2 lithologische en lithostratigrafische profielen gemaakt.

In dit hoofdstuk worden ook de resultaten van analyses van sedimentkarakteristieken (korrelgrootte, humus- en kalkgehalte) van monsters van kavels A, D, G en I besproken.⁵² Doel van deze analyses was om nader inzicht te krijgen in sedimentsamenstelling van enkele in Oosterwold aanwezige geelsystemen.

⁵² Deze analyses maken feitelijk onderdeel uit van de multi-proxyanalyse / geo-archeologisch assessment.

3.2 Lithologie en lithostratigrafie Oosterwold

De basis (onderkant) van het bodemprofiel zoals dat in Oosterwold is aangetroffen bestaat uit een afwisseling van horizontaal en scheef gelaagd matig fijn tot matig grof, zwak tot matig grindig, zwak tot matig siltig zand, grindsnoertjes, weinig zand, veenlaagjes, detrituslaagjes en zwak tot matig zandige leem. De sortering is veelal matig tot slecht en de klastische sedimenten zijn vaak kalkhoudend. Plaatselijk zijn cryoturbate structuren aangetroffen. Deze structuren ontstaan als gedurende periglaciale perioden de bovengrond in het voorjaar en de zomer smelt. Hierbij raakt het sediment met water verzadigd en treedt door verschil in soortelijk gewicht tussen verschillende typen sediment vervloeiing op.

Deze combinatie van sedimenten wordt lithostratigrafisch tot één eenheid gerekend, het Laagpakket van Singraven van de Formatie van Boxtel. Voorheen werden deze sedimenten gerekend tot de zogenaamde “Oude Dekzanden” (welke in feite een combinatie betreft van eolische, fluviatiele, fluvioperiglaciale en fluvio-eolische sedimenten).⁵³

Deze sedimenten zijn vooral afgezet gedurende de koudere fasen van het Weichselien. Het afzettingsmilieu van de grovere sedimenten bestond uit ondiep, veelal relatief snelstromend water. Daarnaast heeft tijdens iets minder koude delen van het midden en laat Weichselien enige veenvorming en afzettingen van fijnere sedimenten plaatsgevonden. Enkele van deze humeuze en/of venige lagen (die mogelijk ook onder invloed van bodemvorming zijn ontstaan) zijn op verschillende plaatsen in pleistoceen Nederland aangetroffen en worden dikwijls in de Bølling-Allerød (ca. 13.000-11.000 jaar BP) periode geplaatst.

Met name het fluvioperiglaciale afzettingsmilieu, waarbij onder invloed van periglaciale condities verspoeling van het oppervlak kon plaatsvinden (afstromend smeltwater), heeft een grote rol gespeeld bij vorming van de afzettingen van het Laagpakket van Singraven. Naast deze fluvioperiglaciale sedimentatie speelde ook de wind een rol, met name tijdens de koudste delen van het Weichselien. Hierbij zijn onder andere karakteristieke grindsnoertjes gevormd, waarbij door uitblazing van een bevroren ondergrond het fijnere sediment is verstoven en grind achterbleef (zogenaamde deflatieniveaus).

Boven de afzettingen van het Laagpakket van Singraven bevindt zich in grote delen van het plangebied een pakket matig tot goed gesorteerd, kalkloos matig fijn zand dat een dikte van enkele tientallen centimeters tot enkele meters heeft. Dit betreft de afzettingen welke tot de voormalige “Jonge Dekzanden” worden gerekend en welke conform de huidige lithostratigrafische indeling van

⁵³ Van oudsher is in de Nederlandse lithostratigrafie (indeling uit 1975) een onderscheid gemaakt tussen Oude en Jonge dekzanden, waarbij de Oude dekzand vóór de Bølling-Allerød perioden (Pleniglaciaal, ongeveer 73.000 - 13.000 BP) zijn afgezet en de Jonge Dekzanden vooral in het Laat Glaciaal (13.000 - 10.000 BP) zijn afgezet. Tegenwoordig worden alle eolische en periglaciale afzettingen uit het Weichselien tot de Formatie van Boxtel gerekend (cf. Schokker 2003).

Nederland tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Bortel worden gerekend. In deze rapportage zal voor dit niveau de term “dekzand” worden gehanteerd.

Onder droge bodemcondities, zoals op de hooggelegen dekzandtoppen, konden na verloop van tijd en onder invloed van een uitbreidende vegetatie in het Holoceen door processen van in- en uitspoeling humuspodzolgronden tot ontwikkeling komen. Kenmerkend voor humuspodzolgronden zijn een lichtgekleurde uitspoelingshorizont (AE- of E-horizont) met daaronder een inspoelingslaag van humus en sesquioxiden (ijzer- en aluminiumverbindingen, ‘roest’; Bhs-horizont) en/of alleen sesquioxiden (Bs-horizont). Daaronder ligt een overgangslaag (BC-horizont) naar (vrijwel) onveranderd uitgangsmateriaal (C-horizont). Een ander (weinig) voorkomend bodemtype, dat echter minder kenmerken van podzolizatie vertoont is die van een moderpodzol en/of holtpodzol. Bij deze bodems kan een Bw(s)-horizont worden onderscheiden, gelegen tussen de Ah- en de (B)C-horizont. Deze bruine bodemhorizont is zwak tot matig humeus door uitwerpselen van bodemdieren in combinatie met enige humusinspoeling. De bodems zijn veelal geassocieerd met hogere, drogere, delen in het landschap, maar ze kunnen ook geassocieerd worden met vegetatie. Beide bodemtypen representeren een landschap dat voor langere tijd (enige duizenden jaren) stabiel is geweest en hebben een hoge archeologische potentie.

Onder vochtige tot natte bodemcondities kon in het dekzand geen uitgebreide bodemvorming optreden en is er sprake van een bodem met een Ah-horizont of een AC-horizont op een veelal grijze C-horizont. Er is in dat geval sprake van een vaaggrond en niet van een podzolbodem. Maar er kan nog steeds sprake zijn van een intact dekzandlandschap met daarbij kans op de aanwezigheid van intacte archeologische vindplaatsen.

Indien er in de boringen sprake is van een C-horizont met daarboven direct een andere lithologie (bijvoorbeeld klei of veen), dan is er zeer waarschijnlijk sprake van erosie van de bovenkant van het dekzand. Wel kan er nog sprake zijn van enige vernieuwde (na verspoeling) aanrijking van humus in de top van het dekzand, waardoor er toch sprake is van een (zeer dunne) A-horizont (dit bodemtype is aangeduid als “nieuwvorming / herwerkt”).⁵⁴

Op het dekzand is een pakket met lagen mineraalarm tot kleiig veen gevormd onder invloed van de geleidelijke vernatting door het stijgende grondwater. De oorzaak van de stijging van de grondwaterspiegel is de zeespiegelstijging vanaf het einde van de laatste ijstijd. Met zeespiegelreconstructies en op basis van de hoogteligging van het dekzand kan worden bepaald dat het plangebied vanaf circa 5000 jaar v.Chr. verdronk.⁵⁵ Het veen direct op het dekzand behoort

⁵⁴ Een alternatief zou ook een vernatting kunnen zijn die voor de aanrijking van humus of organisch materiaal/veen zorgt (in dat geval is er van herwerking vermoedelijk geen sprake).

⁵⁵ Makaske et al. 2003; Van de Plassche et al. 2005.

lithostratigrafisch en geologisch gezien tot de Basisveen Laag van de Formatie van Nieuwkoop.⁵⁶ Hoger in het algemene bodemprofiel van Oosterwold komt het Hollandveen Laagpakket voor van dezelfde formatie. In het Basisveen zijn vooral zeggeresten herkend, in het Hollandveen zijn vooral rietresten en sporadisch houtresten herkend.

Tussen de Basisveen Laag en het Hollandveen Laagpakket bevinden zich afzettingen behorende tot het Laagpakket van Wormer van de Formatie van Naaldwijk.⁵⁷ De top van deze afzettingen bevindt zich maximaal rond de 6 m -NAP. Plaatselijk liggen deze afzettingen direct op het pleistocene dekzand. De variatie in dikte is groot en loopt in het plangebied uiteen van enkele centimeters tot meerdere meters indien er sprake is depressies, geulen of geulvormige laagten. De afzettingen bestaan veelal uit slappe (ongerijpte), humusarme tot zwak humeuze, zwak tot matig siltige klei (Ks2 en zelfs Ks1 met een kleipercantage dat hoger dan 50% is). Het sediment bevat vaak wortels van riet en binnen het pakket komen ook regelmatig lagen rietveen voor. Het sediment is kalkloos tot kalkrijk en plaatselijk is een micro-gelaagdheid waargenomen die mogelijk samenhangt met eb en vloed, maar eerder gezien kan worden als resultaat van stuwing, onderstroom of stormvloeden. Door Menke *et al.* (1998) zijn deze afzettingen als “rietgors” aangeduid. Aangezien afzettingen van het Laagpakket van Wormer en het Hollandveen in vrijwel geheel Oosterwold sterk met elkaar zijn verweven (laterale en verticale variatie), wordt de combinatie van beide als één landschapstype/milieu beschouwd. Kaarten van de dikte van het Laagpakket van Wormer (zie volgende paragrafen en Bijlagen 2A-J) betreffen dan ook een gecombineerde dikte van het Laagpakket van Wormer en het Hollandveen.

Op het Hollandveen Laagpakket en/of het Laagpakket van Wormer ligt een dik pakket van hoofdzakelijk ongerijpte, matig humeuze, kalkhoudende sterk siltige klei, dat sterk lijkt op een *detritus-gyttja*. In dit pakket zijn vrijwel overal schaalpjes van Ostracoden (mosselkreeftjes) aanwezig. Vanwege het sterk humeuze, detritusachtige karakter wordt dit pakket sediment tot de Flevomeer Laag van de Formatie van Nieuwkoop gerekend.

Binnen dit pakket komen lagen voor die door de aanwezigheid van zeer dunne, zeer fijne zandlaagjes zijn beschreven als een Kz1. Dit pakket wordt lokaal als het Hauwert Complex aangeduid en wordt conform eerdere beschrijvingen gekenmerkt door de aanwezigheid van talrijke (veelal in doublet voorkomende) brakwaterkorkkels (*Cerastoderma glaucum*), waardoor het Hauwert Complex voorheen ook als “cardiumklei” is aangeduid.⁵⁸ De term Hauwert Complex betreft echter geen eenheid conform de vigerende lithostratigrafische indeling van Nederland. Wel wordt in de lithostratigrafische beschrijving van de Flevomeer Laag gesproken over “organoklastische (deels silica-klastische)”

⁵⁶ De Mulder *et al.* 2003.

⁵⁷ Deze afzettingen worden van oudsher (en lokaal) vrijwel altijd de Oude Getijde Afzettingen genoemd. Deze benaming is niet conform de lithostratigrafische indeling van Nederland en zal daarom verder niet worden gehanteerd in dit rapport.

⁵⁸ cf. Menke *et al.* 1998.

afzettingen.⁵⁹ Eerder onderzoek heeft al uitgewezen dat er omtrent de naamgeving en verschillen/overeenkomsten met de Flevomeer Laag nog veel onduidelijk is. Er is toen voorgesteld om het Hauwert Complex te verdelen in een organische en klastische variant.⁶⁰ Daarmee is het probleem omtrent naamgeving en lithostratigrafie nog niet opgelost. Mede daarom is er in dit rapport voor gekozen om de naam Hauwert Complex niet te gebruiken en juist de Flevomeer Laag onder te verdelen in een (silica)-klastische en organoklastische variant, waarbij de afzettingen die regionaal tot het Hauwert Complex worden gerekend nu tot de silica-klastische variant van de Flevomeer Laag worden gerekend. Daarbij dient opgemerkt te worden dat een van de belangrijkste kenmerken van het door Menke et al. benoemde Hauwert Complex, namelijk de aanwezigheid van talrijke brakwaterkoksels, juist in Oosterwold afwezig is.

De bovenste lagen van het bodemprofiel betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk.⁶¹ Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand en een pakket gerijpte zwak siltige klei. Ook in deze lagen komen veel schelpresten voor. Het onderste deel van de Almere Laag (matig humeuze matig siltige klei) lijkt sterk op de sedimenten van de Flevomeer Laag.

3.3 Kavel A (Bijlage 2A)

De top van de pleistocene afzettingen bestaat voor het grootste deel van kavel A uit dekzand (Laagpakket van Wierden) en bevindt zich rond de 850-900 cm -NAP. In het westen en zuidwesten ligt de top iets dieper en in het uiterste noorden ligt de top beduidend dieper (meer dan 11 meter -NAP). Hier is het dekzand niet aanwezig en/of verspoeld. In het dekzand komen in grote delen binnen kavel A intacte podzolbodems met A, E, B en C horizonten voor (zie Bijlage 2A), welke vrijwel overal (met uitzondering van de geul in het noorden) zijn afgedekt door Basisveen (met een dikte van maximaal enkele tientallen centimeters). In het westen komen vaaggronden voor, hier ligt het dekzand wat dieper en mogelijk zijn hier niet lang genoeg goede condities voor podzolisolatie geweest. De dikte van het pakket dekzand zoals dat in de boringen is aangetroffen is maximaal 250 cm, met uitzondering van het uiterste noorden waar dekzand afwezig is en in het westen en zuidwesten is het dekzand relatief dun. Het dekzand ligt op fluvioperiglaciale afzettingen van het Laagpakket van Singraven (zie Bijlage 2A).

Boven het Basisveen bevindt zich een verticale en laterale afwisseling van ongerijpte zwak siltige kleien (Laagpakket van Wormer) en rietveen (Hollandveenlaag). De gecombineerde dikte van dit

⁵⁹ Weerts & Busschers 2003. Formatie van Nieuwkoop. In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond. Geraadpleegd 26-6-2019 via <https://www.dinoloket.nl/formatie-van-nieuwkoop>.

⁶⁰ De Moor 2015.

⁶¹ cf. Menke et al. 1998.

pakket is sterk variabel: in het uiterste noorden bedraagt de dikte op enkele plaatsen meer dan 7 meter, op grote delen van bedraagt de dikte echter zo'n 150 tot maximaal 300 cm. De variatie in dikte van dit pakket is deels gerelateerd aan het onderliggende pleistocene dekzandrelief (op de hoogste delen van het dekzand, is het pakket Wormer + Hollandveen veelal iets dunner). De variatie in dikte is daarnaast gerelateerd aan de diepteligging van het bovenliggende pakket sediment, dat bestaat uit matig tot sterk siltige zwak tot sterk humeuze kleien (*detritus-gyttja*), welke tot de Flevomeer Laag gerekend worden. De onderkant van dit pakket heeft een sterk variabele diepteligging (zie Bijlage 2A), variërend van 550 tot 800 cm -NAP. Met name het noordwestelijke deel ter hoogte van boring 1054 kent een diepte ligging van de onderkant van de Flevomeer Laag en tegelijkertijd is het de combinatie van het Laagpakket van Wormer / Hollandveen hier dun (zie lithostratigrafisch profiel in Bijlage 2A). Mogelijk is hier sprake van een geul die voor erosie van de bovenkant van het Laagpakket van Wormer / Hollandveen heeft gezorgd.

De top van het profiel bestaat uit afzettingen van de Almere en Zuiderzee lagen (gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand en een pakket gerijpte zwak siltige klei). In deze lagen komen veel schelpresten voor.

Het noordelijke deel van kavel A wordt gedomineerd door een diep ingesneden geul met naastgelegen oeverafzettingen (zie profielen lithologie en lithostratigrafie in Bijlage 2A). De onderkant van de geul heeft een diepte van ruim 15 meter -NAP en is daarmee vermoedelijk meerdere meters ingesneden in pleistocene sedimenten. De basis van de geul bestaat dan ook deels uit herwerkt pleistoceen sediment (zowel dekzand alsmede afzettingen van het Laagpakket van Singraven; het sediment bestaat uit veelal horizontaal gelaagd matig grof zwak siltig zand, deels zwak grindig en deels met dunne kleilagen en kleibrokken). Het grootste deel van de geulopvulling bestaat uit slappe, zwak zandige humusarme klei met dunne (< 1 cm) en dikkere (> 50 cm) lagen matig grof zand, soms met grind. Naar boven toe worden de sedimenten van de geulvulling fijner.

Aan weerszijden van de geulopvulling bevinden zich afzettingen bestaande uit zwak siltige klei met dunne zandlaagjes (< 1 cm). De dikte van dit pakket bedraagt maximaal zo'n 3 meter. Het betreft hier oeverafzettingen, die morfologisch als oeverwal kunnen worden aangeduid en die een top hebben die rond de 6 meter -NAP ligt.

In de top van deze kalkrijke oeverafzettingen is matig tot sterke rijping waargenomen, het is echter de vraag wanneer deze rijping heeft plaatsgevonden: gedurende of kort na activiteit van het geul-oever systeem of pas veel later. In Hoofdstukken 6 en 7 zal nader worden ingegaan op de genese van deze oeverafzettingen en de mogelijkheden voor bewoning.

Ten noordoosten van dit geul-oeverstelsel bevindt zich nog een geulopvulling (smaller en minder diep ingesneden), welke met name onderin grover is (met een basis die deels bestaat uit sterk zandig fijn grind en matig grof grindig zand; zie profielen). Ook langs deze geul liggen oeverafzettingen (zwak zandige klei).

Sedimentkarakteristieken geul-oeversysteem

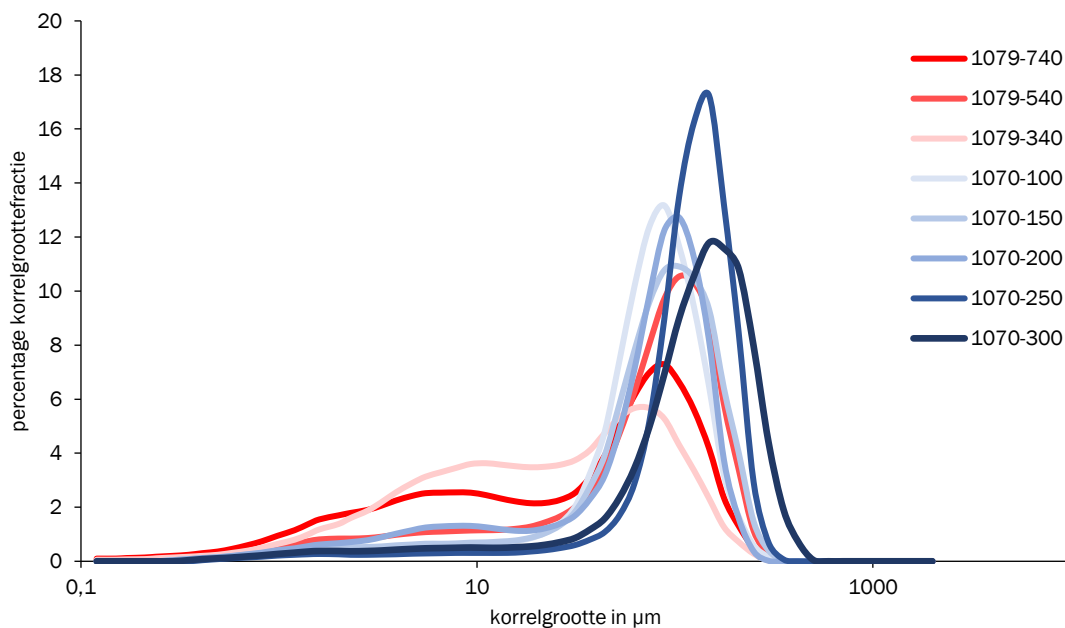
In Tabel 4 en Afbeelding 2 zijn van enkele monsters uit de geulopvulling en van de naastgelegen oeverafzettingen. In de grafiek met de korrelgrootteverdeling (Afb. 2) zijn de geulsedimenten in rood aangegeven en zijn de oeverafzettingen in blauw aangegeven.

De drie monsters uit de opvulling van de geul geven allen een piek aan in de fijn-zand fractie, maar ook kleinere piek in het siltgehalte. Hieruit kan worden afgeleid dat de dynamiek in de geul variabel is geweest, met afzetting met meer zandig sediment tijdens perioden van hogere stroomsnelheden en afzetting van fijner sediment in perioden van lagere stroomsnelheden. Het aanwezige zand betreft vermoedelijk herwerkt (geërodeerd) dekzand.

Naar boven toe neemt de gemiddelde korrelgrootte af. Het sediment is kalkhoudend en bevat zeer weinig humus.

Monster (cm- MV)	1079 (740)	1079 (540)	1079 (340)	1070 (300)	1070 (250)	1070 (200)	1070 (150)	1070 (100)
klei (< 8 µm)	28,61%	13,72%	28,79%	6,06%	3,99%	12,51%	8,41%	7,69%
silt (8-63 µm)	36,82%	28,27%	48,21%	13,45%	9,77%	27,98%	28,58%	34,12%
zand (63-2000 µm)	34,57%	58,01%	23,00%	80,49%	86,24%	59,50%	63,01%	58,19%
gemiddelde korrelgrootte (X50)	37,12 µm	74,77 µm	22,53 µm	123,53 µm	115,57 µm	74,43 µm	79,23 µm	70,81 µm
humus (LOI 330+550)	5,10%	3,07%	6,80%	2,47%	2,34%	2,06%	1,71%	3,17%
kalk (CaCO ₃)	12,26%	10,42%	12,39%	8,35%	9,48%	10,62%	10,14%	10,92%
lithostratigrafie	Lp. van Wormer (geul)	Lp. van Wormer (geul)	Lp. van Wormer (geul)	Lp. van Wormer (geul)	Lp. van Wormer (oever)	Lp. van Wormer (oever)	Lp. van Wormer (oever)	Lp. van Wormer (oever)

Tabel 4: Korrelgrootte karakteristieken van de geul en oever op kavel A.



Afbeelding 2: Korrelgroottediagrammen van sedimenten uit de geul en oeverwal op kavel A.

De oeverafzettingen hebben in vergelijking met de geulsedimenten een hogere piek in de zandfractie en bevatten daarmee meer zand dan de geulafzettingen. Met name onderin bestaan de oeverafzettingen vrijwel geheel uit fijn zand, dat vermoedelijk herwerkt dekzand betreft. Deze meest zandige sedimenten representeren de meest dynamische fase van oeversedimentatie en zullen vermoedelijk vrijwel naast de actieve geul zijn afgezet. De gemiddelde korrelgrootte in de oeversedimenten neemt naar boven toe af en tegelijkertijd neemt het percentage silt toe. Dit representeert een duidelijke zogenaamde “fining-up” sequentie en is een indicatie voor een afname van dynamiek en stroomsnelheid, mogelijk is dit ook gerelateerd aan een toenemende afstand tot de actieve geul (die zich wellicht ook lateraal heeft verplaatst). De oeverafzettingen zijn kalkrijk en bevatten zeer weinig humus.

3.4 Kavels B en C (Bijlage 2BC)

De resultaten van fase1 zijn voor kavels B en C gecombineerd, aangezien kavel B erg klein is in vergelijking met C en tevens direct aan kavel C grenst. De top van het dekzand bevindt zich op kavels B en C voor een groot deel in een min of meer noord-zuid georiënteerde rug (of vlakte) rond de 800-900 cm -NAP met centraal op het kavel het hoogste deel van het begraven dekzand met enkele kopjes

die rond de 775 cm -NAP liggen. Het dekzandlandschap is hier grotendeels intact met veelal intacte humuspodzolbodems. Met name aan de randen van het kavel ligt het dekzand soms beduidend dieper en hier is veelal sprake van een niet-intacte top van het dekzand. In het noordoostelijke en noordwestelijke deel zijn relatief veel bodems in de top van het dekzand aangetroffen waarbij sprake is van enige herwerking van het sediment met vervolgens humusaanrijking. Dit zijn eveneens delen waar het dekzand iets dieper ligt.

De dikte van het dekzand bedraagt op het grootste deel van beide kavels meer dan 3 meter, maar er zijn ook delen waar het dekzand beduidend dunner is, met name in het noordoosten en zuiden van kavel C. Vermoedelijk heeft hier erosie van de top van het dekzand plaatsgevonden. Onder het dekzand zijn afzettingen van het Laagpakket van Singraven aangetroffen (plaatselijk met deflatieniveaus/grindsnoertjes) en in het zuidelijke deel van kavel C zijn sedimenten van een geul aanwezig die mogelijk in het Pleistoceen actief is geweest of waarvan de basis bestaat uit herwerkte pleistocene sedimenten.

Op het grootste deel van het kavel is het dekzand afgedekt met een laagje Basisveen, de dikte hiervan varieert van enkele centimeters tot maximaal 70 centimeter. Hierop liggen sedimenten van het Laagpakket van Wormer, ook hiervan varieert de dikte sterk, met de dikste voorkomens in de noordoostelijke hoek (zo'n 250 cm) en op de westelijke helft zijn in een min of meer noord-zuid lopende strook de afzettingen zelfs vrijwel afwezig (of zeer dun aanwezig, in combinatie met Hollandveen; zie hiervoor ook de lithologische en lithogenetische profielen in Bijlage 2BC). De dikste delen van het Laagpakket van Wormer in het noorden van kavel C betreffen een verticale afwisseling van klastische afzettingen (zwak siltige slappe klei met rietresten en rietwortels) en rietveen. Er is echter geen sprake van een homogene of uniforme opeenvolging. Er is sprake van een verticale en laterale variatie (zie profielen in Bijlage 2BC). Plaatselijk ligt het Hollandveen direct op het Basisveen.

De verschillen in dikte van de combinatie van het Laagpakket van Wormer / Hollandveen komen goed overeen met de diepteligging en dikte van de afzettingen van de Flevomeer Laag. Zoals eerder beschreven, bestaat er in Zuidelijk Flevoland vermoedelijk een humeuze en een meer klastische variant van de Flevomeer Laag (zie paragraaf 3.2). Dit komt ook tot uiting op kavel C. In de zone van kavel C waar het Laagpakket van Wormer en Hollandveen vrijwel afwezig zijn, ligt de basis van de Flevomeer Laag relatief diep (veelal dieper dan 8 meter -NAP en in het zuiden van het kavel tot meer dan 10 meter -NAP). Morfologisch gezien lijkt hier sprake te zijn van een geulvormige laagte. De sedimenten bestaan hier met name uit matig humeuze, zwak zandige klei met horizontaal gelaagde dunne (mm) dikke zandlaagjes. Naar boven toe gaan deze sedimenten over in zwak tot matig humeuze sterk siltige klei. De dikte van de Flevomeer Laag bedraagt hier zo'n 250 cm. Vermoedelijk heeft dit systeem voor erosie van het Laagpakket van Wormer en voor enige erosie van de top van

het dekzand gezorgd. Op de overige delen van kavels BC ligt de onderkant van de Flevomeer Laag veelal tussen 625 en 725 cm -NAP.

De aard van de sedimenten in combinatie met de morfologie (geulvormige laagte met een diepe basis van de Flevomeer Laag) geven aan dat hier sprake moet zijn geweest van een relatief dynamisch systeem dat geresulteerd heeft in erosie van de onderliggende Hollandveen / Laagpakket van Wormer afzettingen. Mogelijk betreft het een systeem dat kortstondig actief is geweest⁶², bijvoorbeeld in de vorm van een stormvloed. Buiten deze zone bestaan de afzettingen van de Flevomeer Laag vooral uit matig tot sterk humeuze siltige klei (*detritus-gyttja*), zandlaagjes zijn beperkt of niet aanwezig.

De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

3.5 Kavel D (Bijlage 2D)

Kavel D grenst aan kavel C en is landschappelijk gezien ook grotendeels een voortzetting van kavel C, met centraal op het kavel de hoogste ligging van het begraven dekzand (op ongeveer 800-825 cm -NAP). Op deze dekzandkop zijn vooral intacte humuspodzolen aanwezig, op de flanken en daarmee lager liggende delen zijn vooral vaaggronden aangetroffen (dit zijn eveneens intacte bodems). In het zuidwestelijke deel van het grote vlak van kavel D is de top van het dekzand afgetopt. Op kavel D zijn de afzettingen van het Laagpakket van Singraven slechts zeer beperkt aangetroffen, het dekzand is hier veelal dikker dan 2 meter en met de boringen zijn onderliggende lagen niet bereikt.

Het bovenliggende basisveen heeft een dikte die varieert van 5 tot zo'n 70 cm, in een deel van de boringen is Basisveen niet aanwezig, het gaat dan met name om het zuidelijke deel van het grote vlak. Vermoedelijk is het Basisveen hier geërodeerd. Plaatselijk ligt het Hollandveen direct op het Basisveen.

Evenals op kavel C is er op kavel D een duidelijk verschil in dikte in de sedimenten van het Laagpakket van Wormer (welke bestaan uit slappe (ongerijpte) zwak siltige kleien met daarin een microgelaagdheid). In het westen van het kavel is het Laagpakket van Wormer grotendeels afwezig, in de andere delen bedraagt de dikte zo'n 150 tot meer dan 200 cm).

Het deel van kavel D waar het Laagpakket van Wormer ontbreekt ligt in het verlengde van de geulvormige laagte van kavel C, waar een dik pakket afzettingen van de Flevomeer Laag direct op

⁶² Menke et al. 1998.

Basisveen en/of dekzand ligt. Het systeem/sedimentair milieu dat verantwoordelijk is geweest voor deze afzettingen, heeft zeer waarschijnlijk tot aanzienlijke erosie van het Laagpakket van Wormer en het Hollandveen gezorgd (op het zuidwestelijk deel van kavel D). Op de kaart van de onderkant van de Flevomeer Laag is dit goed te zien, in het zuidelijke deel van het grote vlak van D ligt de basis van de Flevomeer Laag op zo'n 800 tot 1000 cm -NAP, beduidend dieper dan de rest van kavel D waar de basis veelal tussen de 600 en 700 cm -NAP ligt. In deze geulvormige laagte bestaat het sediment van de Flevomeer Laag met name uit zwak zandige klei, waarbij het zand in dunne (< 0,5 cm dikte) laagjes aanwezig is. Vermoedelijk betreft het sedimenten die tot de klastische variant van de Flevomeer Laag gerekend kunnen worden (zie paragraaf 3.2). Afzettingen van de Flevomeer Laag die buiten de geulvormige laagte zijn aangetroffen bestaat met name uit sterk humeuze matig siltige klei (detritus-gyttja).

De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

Sedimentkarakteristieken Flevomeer Laag

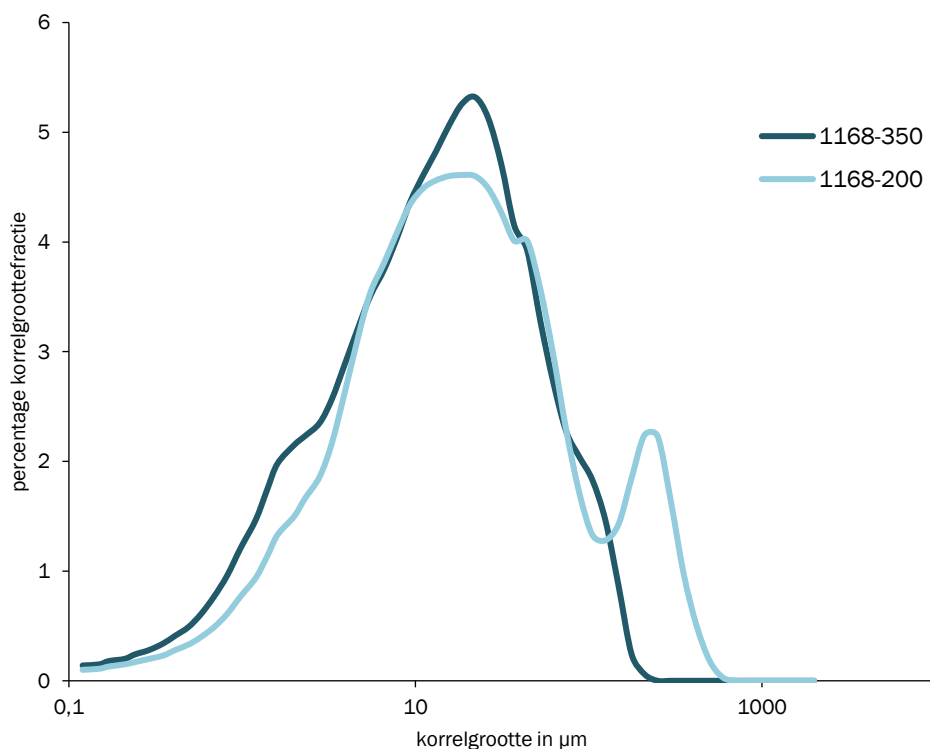
Uit de geul die tot de Flevomeer Laag wordt gerekend en die op de zuidwestelijke helft van kavel D een basis heeft die op meer dan 10 m -NAP ligt, zijn van twee monsters sedimentkarakteristieken bepaald. In vergelijking met de geul die op kavel A is aangetroffen, is de Flevomeer geul van kavel D beduidend humeuzer en minder zandig (zie Tabel 5 en Afbeelding 3).

Monster (cm- MV)	1168 (350)	1168 (200)
klei (< 8 µm)	38,46%	32,37%
silt (8-63 µm)	52,87%	50,05%
zand (63-2000 µm)	8,67%	17,59%
gemiddelde korrelgrootte (X50)	12,36 µm	15,77 µm
humus (LOI 330+550)	22,75%	34,81%
kalk (CaCO ₃)	10,14%	4,61%
lithostratigrafie	Flevomeer Laag	Flevomeer Laag

Tabel 5: Korrelgrootte karakteristieken van de geul op kavel D.

Beide monsters bestaan voor ruim de helft uit de siltfractie en bevatten tevens veel klei. Het bovenste monster uit het profiel (1168-200) bevat een kleine zandpiek, hetgeen een indicatie is voor een tijdelijke toename in dynamiek in het systeem. Het zand betreft vermoedelijk geërodeerd of verspoeld dekzand dat van elders is aangevoerd. Beide monsters zijn kalkhoudend en bevatten een hoog

percentage humus. Dit hoge humuspercentage is karakteristiek voor sedimenten van de Flevomeer Laag en de variatie in het percentage zand valt mogelijk te relateren aan een stormvloed of aan een opening in de kust, waardoor er meer stroming in het gebied ontstond. Hoewel de gemiddelde korrelgrootte dus duidelijk fijner is dan de geul op kavel A, geeft de korrelgrootteverdeling van de Flevomeer geul aan dat er in het veelal beperkt dynamische systeem periodiek toch ook wat meer waterbeweging geweest zal zijn.



Afbeelding 3: Korrelgroottediagrammen van monsters uit de geul op kavel D.

3.6 Kavel E (Bijlage 2E)

Op kavel E is een duidelijke WNW-OZO georiënteerde dekzandrug in de ondergrond aanwezig, de top van deze rug ligt op ongeveer 775 cm -NAP. Buiten deze rug ligt de top van het dekzand veelal rond of dieper dan 900 cm -NAP. In deze lagere delen zijn nog enkele kleine dekzandkopjes aanwezig. De dikte van het pakket dekzand is op kavel E veelal meer dan 150 cm, er zijn echter ook delen waar door vermoedelijke latere erosie veel van het dekzand is verdwenen. Hier zijn onder het dekzand afzettingen van het Laagpakket van Singraven aangetroffen.

In de hogere delen van het dekzandlandschap zijn vooral intacte humuspodzolen aangetroffen, in de omringende lagere delen bevinden zich vooral vaaggronden en bodems waarvan herwerking van de top heeft plaatsgevonden. Tevens heeft in de lagere delen aftopping van het dekzand

plaatsgevonden. Deze aftopping heeft er ook voor gezorgd dat Basisveen niet overal op kavel E aanwezig is. De dikte van Basisveen varieert sterk, van enkele centimeters tot zo'n 60-70 cm.

Boven het Basisveen ligt vrijwel overal een pakket sedimenten van het Laagpakket van Wormer (zwak siltige, zeer slappe kalkrijke klei met microgelaagdheid en vaak rietwortels) en de Hollandveen Laag (rietveen). Plaatselijk ligt het Hollandveen direct op het Basisveen. Beide niveaus komen ook hier zowel naast als boven elkaar voor, de gecombineerde dikte kan meer dan 300 cm bedragen. Met name centraal op kavel E zijn de Wormer en Hollandveen lagen afwezig, hier is juist een dikker (en diep liggend) pakket sedimenten van de Flevomeer Laag aanwezig (de diepte van de basis ligt plaatselijk dieper dan 900 cm -NAP). De sedimenten bestaan vooral uit matig tot sterk humeuze, sterk siltige klei met dunne (< 0,5 cm) zandlaagjes en matig tot sterk humeuze, zwak zandige klei. Evenals op kavels C en D is er hier vermoedelijk sprake van een geul die tot het systeem van de Flevomeer Laag behoort.

De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

3.7 Kavel F (Bijlage 2F)

Op kavel F zijn tijdens onderhavig onderzoek slechts 7 verkennende boringen gezet. Voor het grootste deel van kavel F geldt dat verkennend booronderzoek hier reeds in 2016 is uitgevoerd toen dit kavel nog onderdeel uitmaakte van andere planvorming. Er is toen handmatig geboord, waardoor er geen inzicht is verkregen in de sedimenten onder het dekzand.⁶³

Op kavel F zijn twee WNW-OZO georiënteerde dekzandruggen aanwezig, de noordelijke hiervan loopt door op kavel E. De diepteligging van de top van het dekzand varieert van circa 720 tot 980 cm -NAP, waarbij de hoogste delen van het dekzand op de noordelijke rug liggen. Op deze hogere delen zijn veelal intacte humuspodzolen aanwezig, terwijl in de lagere delen vaaggronden en afgetopte profielen aanwezig zijn. De afgetopte delen bevinden zich met name in de geulvormige depressie welke zich tussen beide dekzandruggen bevindt

Het Basisveen is vrijwel overal aanwezig, wel varieert de dikte ervan sterk: van enkele centimeters tot zo'n 70 cm. Dit geldt tevens voor het Laagpakket van Wormer, dat met name in de geulvormige depressie tussen beide zandruggen de grootste dikte heeft (meer dan 2 meter) en op de hogere delen van het dekzand vrijwel afwezig is. Plaatselijk ligt het Hollandveen direct op het Basisveen. In de sedimenten van het Laagpakket van Wormer (ongerijpte, kalkhoudende zwak siltige klei met microgelaagdheid en rietwortels) komen in geringe mate schelpresten voor. Schelpen van de Platte slijkgaper waren in doublet aanwezig, wat op een positie in situ verwijst (niet verspoeld). Aan de basis

⁶³ De Kramer et al. 2016; De gegevens van dit eerder uitgevoerde onderzoek zijn wel gebruikt voor de kaarten van kavel F.

zijn plaatselijk de kleine slakkenhuisjes van het Opgezwollen brakwaterhorentje (*Ecrobia ventrosa*) waargenomen. Net als de Platte slijkgaper komt die voor in brak water. Evenals op andere kavels, komt het Hollandveen zowel in, boven als naast het Laagpakket van Wormer voor. Het Hollandveen bestaat vooral uit rietveen.

Hierboven bevindt zich een pakket sedimenten van de Flevomeer Laag, hoofdzakelijk bestaande uit ongerijpte, humeuze siltige klei (sterk lijkend op een detritus-gyttja). Tot de Flevomeer Laag behoren ook de afzettingen van een pakket siltige en zandige kleien, vaak horizontaal gelaagd. Plaatselijk is een laag matig goed gesorteerd zeer fijn zand aangetroffen. De afzettingen zijn kalkrijk. Mogelijk zijn ze gevormd bij een enkel 'event', zoals een grote overstroming.⁶⁴ In boring 40 is een fragment van een zoetwatermossel aangetroffen en in enkele boringen zijn in de top van het pakket ook schelpen van de Vijverpluimdrager (*Valvata piscinalis*) aangetroffen, een soort die leeft in rustig zoet water (en die tegen een lichte verhoging in het zoutgehalte kan). Dieper zijn ook enkele schelpresten van Brakwaterkokkels (*Cerastoderma glaucum*) aanwezig.

De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand. Ook in deze lagen komen veel schelpresten voor.

3.8 Kavel G (Bijlage 2G)

Ook op kavel G is een duidelijke, vrijwel noord-zuid georiënteerde dekzandrug aanwezig. De top hiervan ligt rond de 750 cm -NAP. Op deze dekzandrug zijn zowel intacte, als iets afgetopte humuspodzolen aanwezig. Ten oosten van deze dekzandrug is een (eveneens noord-zuid georiënteerde) geulvormige laagte aanwezig, de top van het Pleistoceen bevindt zich hier op een diepte van rond de 900 cm -NAP. Bodems in deze laagte bestaan vooral uit afgetopte profielen en profielen waarin herwerking van de top van het Pleistoceen met vervolgens humusaanrijking heeft plaatsgevonden. De dikte van het pakket dekzand bedraagt veelal meer dan 200 cm (zie Bijlage 2G). Op het pleistocene dekzand bevindt zich vrijwel overal Basisveen, de dikte varieert van enkele centimeters tot enkele tientallen centimeters. De dikte van het gecombineerde pakket afzettingen van het Laagpakket van Wormer en het Hollandveen is variabel, de grootste dikte (meer dan 2 meter) bevindt zich in de geulvormige depressie ten oosten van de hoge dekzandrug. Op de hoogste delen van het begraven dekzandlandschap is de dikte van het Laagpakket van Wormer maximaal zo'n 50 cm. Plaatselijk ligt het Hollandveen direct op het Basisveen.

In de geulvormige depressie bevindt de basis van de Flevomeer Laag zich relatief diep ten opzichte van de rest van kavel G. Het lijkt er daarmee op dat het systeem van de Flevomeer Laag voor enige

⁶⁴ Menke et al. 1998.

erosie van het Laagpakket van Wormer / Hollandveen heeft gezorgd. De sedimenten van de Flevomeer Laag op kavel G zijn zowel deels relatief zandig en deels sterk humeus (detritusgyttja). De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

Sedimentkarakteristieken geulvormige depressie

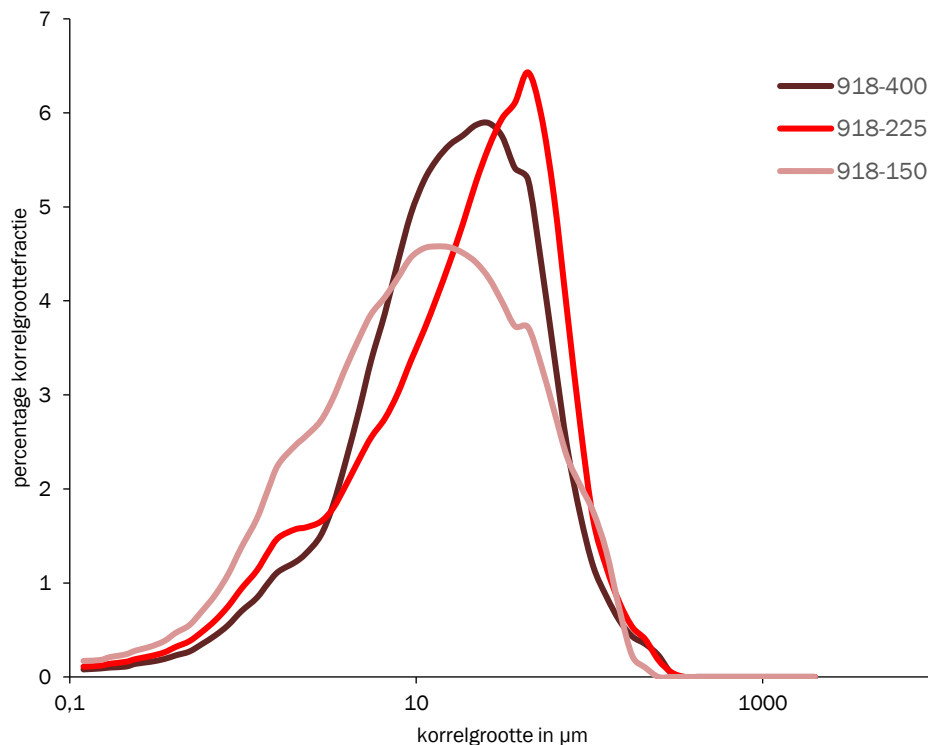
Uit de geulvormige laagte die zich naast de hogere dekzandrug bevindt zijn van drie monsters sedimentkarakteristieken bepaald (zie Tabel 6 en Afbeelding 4). Monsters 918-400 en 918-250 vertonen veel gelijkenissen, het grootste verschil zit in het percentage zand, dat in monster 918-250 iets hoger is. Het bovenste monster heeft een fijnere gemiddelde korrelgrootte en bevat vooral meer silt dan de onderliggende monsters. Het onderste monster is geïnterpreteerd als een afzetting van het Laagpakket van Wormer, de bovenste twee monsters zijn afkomstig uit afzettingen die tot de Flevomeer Laag gerekend worden. Alle monsters zijn kalk- en humusrijk. De korrelgrootteverdelingen geven aan dat de sedimenten in een weinig dynamisch milieu zijn afgezet, maar waarin periodiek wel enige toename in waterbeweging geweest zal zijn, mogelijk gerelateerd aan een stormvloed of aan een meer directe verbinding met de verder westelijk gelegen open zee. Uit de sedimentkarakteristieken blijkt tevens dat, hoewel er sprake is van verschillende lithostratigrafische niveaus waarin de sedimenten zijn afgezet, er slechts beperkte variaties in de sedimenteigenschappen voorkomen, variaties die in het veld vaak moeilijk zijn waar te nemen.

Monster (cm- MV)	918 (400)	918 (225)	918 (150)
klei (< 8 µm)	29,62%	28,31%	43,15%
silt (8-63 µm)	62,61%	60,49%	48,43%
zand (63-2000 µm)	7,77%	11,20%	8,42%
gemiddelde korrelgrootte (X50)	15,47 µm	19,75 µm	10,39 µm
humus (LOI 330+550)	20,56%	19,94%	24,24%
kalk (CaCO ₃)	7,90%	8,21%	9,94%
lithostratigrafie	Lp. van Wormer	Flevomeer Laag	Flevomeer Laag

Tabel 6: Korrelgrootte karakteristieken van de geul op kavel G.

Sedimentologisch vertoont de opvulling van de geulvormige laagte een goede gelijkenis met de geulvormige laagte die op kavels C en D is aangetroffen. Het is echter niet duidelijk of het hier om

hetzelfde sedimentaire systeem gaat, aangezien er geen gegevens zijn van alle tussenliggende velden.



Afbeelding 4: Korrelgroottediagrammen van monsters uit de geul op kavel G.

3.8 Kavel H (Bijlage 2H)

Op kavel H is een duidelijke driedeling te zien wat betreft het dekzandrelief. In het westelijke deel ligt een hoge dekzandrug (met een min of meer noord-zuid oriëntatie en een top die rond de 725 cm - NAP ligt), het centrale deel bestaat uit een relatief vlak en iets lager liggend dekzandoppervlak (800-825 cm -NAP) met een ZW-NO lopende smalle depressie (top dekzand 850-875 cm -NAP) en het oostelijke deel betreft een grote geulvormige laagte waar de top van het dekzand geërodeerd is, de top van de pleistocene afzettingen ligt hier dieper dan 900 cm -NAP.

Intacte humuspodzolen zijn vooral in de hogere delen van het dekzandlandschap aanwezig, hier komen op de hoogste delen plaatselijk ook iets afgetopte podzolprofielen voor (hier ontbreekt de A horizont, maar zijn E, B en C horizonten wel aanwezig). Op de iets lager liggende delen van het dekzandlandschap komen afwisselend humuspodzolen en vaaggronden voor, evenals bodems

waarin na beperkte herwerking van de top van het dekzand humusaanrijking heeft plaatsgevonden. In de geulvormige laagte is de top van het dekzand geërodeerd.

De dikte van het pakket dekzand bedraagt op grote delen van kavel H meer dan 2 meter, het oostelijke deel van het kavel met de geulvormige depressie vormt hierop een uitzondering met beperktere dekzanddiktes. In de geulvormige laagte is Basisveen afwezig, in de overige delen van kavel H varieert de dikte van enkele centimeters tot maximaal bijna 1 meter. Plaatselijk ligt Hollandveen direct op het Basisveen.

De dikte van het Laagpakket van Wormer / Hollandveen is sterk variabel, met name in de geulvormige depressie oostelijk op het kavel is de dikte zo'n 2 tot 3 meter, in een andere en kleinere geulvormige ZW-NO lopende depressie is de dikte zo'n 150 tot 200 cm. De dikte is veelal minder dan 1 meter in de hogere delen van het dekzandlandschap. Evenals op andere kavels bestaat het Laagpakket van Wormer uit ongerijpte, zwak siltige klei waarin veelal een microgelaagdheid is waargenomen. Het sediment bevat regelmatig wortels van riet. Het Hollandveen bestaat grotendeels uit rietveen.

In de oostelijke geulvormige laagte bedraagt de dikte van de Flevomeer Laag zo'n 3 meter, de basis van dit pakket ligt hier ook duidelijk lager dan de rest van kavel H. Mogelijk heeft het systeem van de Flevomeer Laag nog voor enige erosie van de onderliggende afzettingen gezorgd. Hierboven bevindt zich een pakket sedimenten van de Flevomeer Laag, hoofdzakelijk bestaande uit ongerijpte, humeuze siltige klei (*detritus-gyttja*). Tot de Flevomeer Laag behoren ook de afzettingen van een pakket horizontaal gelaagde siltige en zandige kleien. Plaatselijk is een laag matig goed gesorteerd zeer fijn zand aangetroffen. Mogelijk zijn ze gevormd bij een enkel 'event', zoals een grote overstroming.

De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

3.9 Kavel I (Bijlage 2I)

Kavel I bevat van het gehele Oosterwold plangebied het meest uitgesproken reliëf van de top van de pleistocene afzettingen (dekzand op sedimenten van het Laagpakket van Singraven), met aan weerszijden van een grote geulvormige laagte hoge ruggen, waarvan de top in het noorden van kavel I plaatselijk rond 1 meter onder maaiveld ligt. Tegelijkertijd ligt in de geulvormige laagte de top van de pleistocene afzettingen juist diep, plaatselijk op meer dan 11 meter -NAP. Daarbij valt op dat de overgang tussen de hogere delen van het landschap en de laagte zeer scherp is, met een reliëfverschil van meer dan 5 meter op een afstand van slechts enkele tientallen meters (zie lithologische/lithostratigrafische profielen, bijlage 2I). Op basis van de literatuur, eerder uitgevoerde

archeologische booronderzoeken en het reliëf van de top van het Pleistoceen lijkt het waarschijnlijk dat de geulvormige laagte op kavel I het (voormalige) stroomdal van de Eem betreft.⁶⁵

De basis van het aanwezige bodemprofiel op kavel I varieert sterker dan op andere kavels en bestaat op veel plaatsen uit een afwisseling van matig fijn tot matig grof zand, afgewisseld met grindige laagjes, maar ook met humeuze laagjes. Deze afzettingen behoren tot het Laagpakket van Singraven van de Formatie van Boxtel en zijn gedurende de laatste ijstijd afgezet als fluviatiele (rivier- of beek) afzettingen in veelal periglaciale condities.

Hierboven ligt een pakket matig fijn zand dat gerekend wordt tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Boxtel. Vermoedelijk is het dekzand op meerdere plaatsen in de geulvormige laagte verspoeld, maar aan de hand van de korrelgrootte is dit niet met zekerheid te zeggen. De hoge ruggen bestaan eveneens uit matig fijn zand dat tot het Laagpakket van Wierden (dekzand) gerekend kan worden, maar op basis van de morfologie en reliëf lijkt het waarschijnlijker dat het hier een complex van rivierduinen betreft, dat vanuit het dal van de Eem is opgewaaid. In dat geval is er sprake van afzettingen van het Laagpakket van Delwijnen van de Formatie van Boxtel.

In de top van zand zijn zowel intacte podzolbodems alsmede iets afgetopte podzolbodems aanwezig (het betreft hier vermoedelijk geen grootschalige erosie). Daarnaast zijn met name op de zandrug ten zuiden van het Eemdal vaaggronden aanwezig met een beperkte humusaanrijking in de top van het profiel.

Op het zand bevindt zich met name ten zuiden van de geulvormige depressie en deels ook in de geulvormige depressie een laag (riet)veen met af en toe houtresten (Basisveen). De dikte varieert van enkele centimeters op de hogere delen van het dekzandlandschap (op de hoogste delen is Basisveen afwezig) tot maximaal zo'n 70 cm. In de geulvormige depressie is geen dekzand aanwezig, de basis van het profiel bestaat hier veelal uit sedimenten die door wind en/of stromend water zijn afgezet en tot het Laagpakket van Singraven gerekend kunnen worden. Het gaat hier waarschijnlijk ten dele ook om verspoelde dekzanden.

Op de hoge zandruggen is het Laagpakket van Wormer afwezig, terwijl de geulvormige laagte juist is opgevuld met een meters dik pakket dat gerekend wordt tot het Laagpakket van Wormer (zie profielen in Bijlage 2I). De sedimenten van het Laagpakket van Wormer bestaan veelal uit slappe (ongerijpte) zwak siltige kalkrijke klei met onderin vaak dunne zandlaagjes. Naar boven toe in het profiel in de geulvormige laagte bestaat het sediment veelal uit matig tot sterk humeuze siltige klei met plaatselijk dunne zandlaagjes. Deze sedimenten worden gerekend tot de Flevomeer Laag.

⁶⁵ o.a. Menke *et al.* 1998; De Boer 2016; Nales 2019.

De bovenste lagen in het profiel betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

Sedimentkarakteristieken Eemgeul

Zoals hierboven is geconcludeerd is op kavel I het voormalige stroomdal van de Eem in de ondergrond aanwezig. Op twee plaatsen zijn van monsters uit dit dal sedimenteigenschappen (zie Tabel 7 en Afbeelding 5) bepaald teneinde wat meer inzicht te verkrijgen op welke manier er opvulling van de depressie heeft plaatsgevonden. De twee monsters uit boring 1232 zijn genomen uit de basis van de holocene opvulling van de geul. Deze monsters bestaan voor verreweg het grootste deel uit matig fijn zand en bevatten vrijwel geen kalk en humus. De sedimenteigenschappen geven daarmee aan dat hier zeer waarschijnlijk sprake zal zijn van verspoeld dekzand.

Monster (cm- MV)	1232 (640)	1232 (600)	1232 (350)	1232 (250)
klei (< 8 µm)	1,01%	1,43%	19,16%	13,46%
silt (8-63 µm)	2,21%	2,09%	58,31%	61,06%
zand (63-2000 µm)	96,78%	96,48%	22,53%	25,48%
gemiddelde korrelgrootte (X50)	151,13 µm	220,6 µm	32,08 µm	41,38 µm
humus (LOI 330+550)	0,39%	1,18%	39,02%	12,23%
kalk (CaCO ₃)	0,20%	0,35%	8,61%	5,93%
lithostratigrafie	Lp. van Wormer (Eemgeul)	Lp. van Wormer (Eemgeul)	Flevomeer Laag	Flevomeer Laag

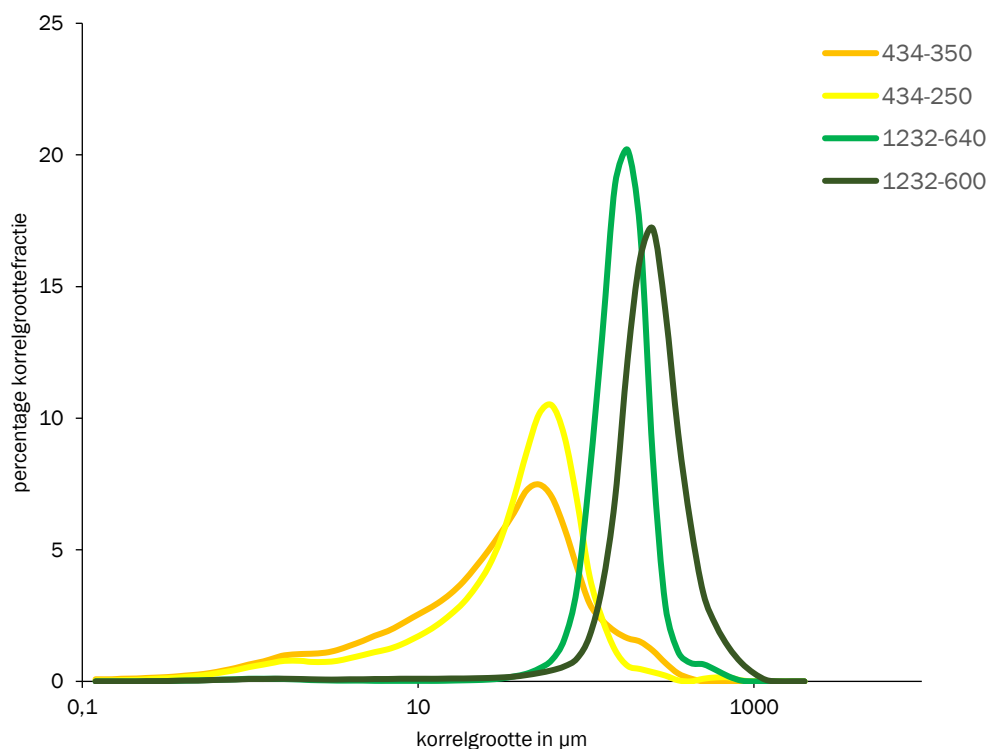
Tabel 7: Korrelgrootte karakteristieken van de geul op kavel I.

De twee monsters uit boring 434 zijn afkomstig uit sedimenten die tot de klastische component van de Flevomeer Laag zijn gerekend (zie ook paragraaf 3.1). Uit de analyses blijkt dat deze sedimenten deels vergelijkbaar zijn met sedimenten van de Flevomeer Laag op kavels D en G. Wel bevatten de monsters uit boring 434 meer zand, meer silt en minder klei en zijn daarom in het geheel iets grover en representeren daarmee een milieu dat een iets hogere dynamiek gehad zal hebben (maar dat dus nog wel binnen het systeem van de Flevomeer Laag valt). Wellicht betreft het afzettingen die door een stormvloed of door een ander “event” zijn gevormd.⁶⁶

Sedimenten die tot het Laagpakket van Wormer behoren zijn hier niet onderzocht, maar uit een nabijgelegen boring van project “fietsbrug Waterlandseweg” zijn van sedimenten van het Laagpakket

⁶⁶ Menke et al. 1998.

van Wormer wel sedimentanalyses uitgevoerd.⁶⁷ Deze sedimenten verschillen duidelijk van de afzettingen die de basis vormen van de holocene opvulling en ook van de Flevomeer sedimenten. Ze bevatten vooral minder humeus materiaal en zijn duidelijk minder zandig, de sedimenteigenschappen geven daarmee aan dat de sedimenten in een zeer rustig milieu met weinig dynamiek zijn afgezet. Het beperkt aanwezige zand kan door een periodieke instroom vanuit de open kust meegekomen zijn, of met een verhoogde afvoer van rivierwater vanuit het achterland.



Afbeelding 5: Korrelgroottediagrammen van monsters uit de geul op kavel I.

3.10 Kavels J en K (Bijlage 2J)

De geulvormige depressie die op kavel I is aangetroffen is ook in het uiterste zuidelijke deel van kavels J en K aanwezig. Naast deze depressie bevindt zich een hoge dekzandrug (top dekzand $\pm$ 700 cm -NAP) met grotendeels intacte humuspodzolbodems. De top van het dekzand is in het centrale deel van de kavels relatief laag liggend (850-900 cm -NAP) en ook deels geërodeerd. Het noordelijke deel van kavel J betreft weer een wat hoger liggend dekzandlandschap (hoogste delen liggen rond 750 cm -NAP) met veelal intacte humuspodzolbodems, afgewisseld met vaaggronden. Op de overgangen van de hoogste delen van het dekzandlandschap naar de lager liggende delen bevinden

⁶⁷ De Moor et al. 2019.

zich veelal vaaggronden. De hogere delen van het dekzandlandschap betreffen tevens de delen waar het dekzand een dikte van meer dan 250 cm heeft.

In het noordwestelijke deel van kavel K bevindt het dekzand zich weer een stuk dieper, hier is mogelijk ook sprake van een geulvormige depressie. De hoeveelheid boorgegevens is hier echter te beperkt om daar een goede uitspraak over te kunnen doen. Op de overgang van de hogere dekzandgronden naar de lager liggende dekzanden, heeft slechts zeer beperkte bodemvorming in het dekzand plaatsgevonden (enige humusaanrijking na herwerking van de top van het dekzand).

Het Basisveen heeft een dikte van enkele centimeters tot zo'n 80 cm, maar is afwezig in de zuidelijk geul en in de centrale depressie. Het hierboven liggende Laagpakket van Wormer is - in combinatie met Hollandveen niet overal aanwezig op kavels J en K. Met name de sedimenten van het Laagpakket van Wormer zijn in beperkte mate aanwezig, het dikte pakket is aanwezig in de zuidelijke geul (meer dan 300 cm).

Afzettingen van de Flevomeer Laag zijn wel overal aanwezig en met name in de centrale laagte ligt de basis relatief diep (de basis ligt hier dieper dan 800 cm -MV, terwijl in de overige delen van kavel J de diepte van de basis eerder tussen de 600 en 700 cm -NAP ligt). Op kavel K ligt de basis van de Flevomeer Laag veelal rond de 600-650 cm -NAP. Hier zijn vooral de klastische afzettingen van de Flevomeer Laag aanwezig en vermoedelijk heeft het systeem dat deze sedimenten heeft afgezet ook voor erosie van onderliggende afzettingen van het Laagpakket van Wormer / Hollandveen gezorgd.

De bovenste lagen betreffen mariene afzettingen van de Almere en Zuiderzee Lagen van de Formatie van Naaldwijk. Deze bestaan vooral uit gelaagde gerijpte sterk siltige klei, afgewisseld met laagjes sterk siltig zand.

3.11 Conclusies verkennend booronderzoek

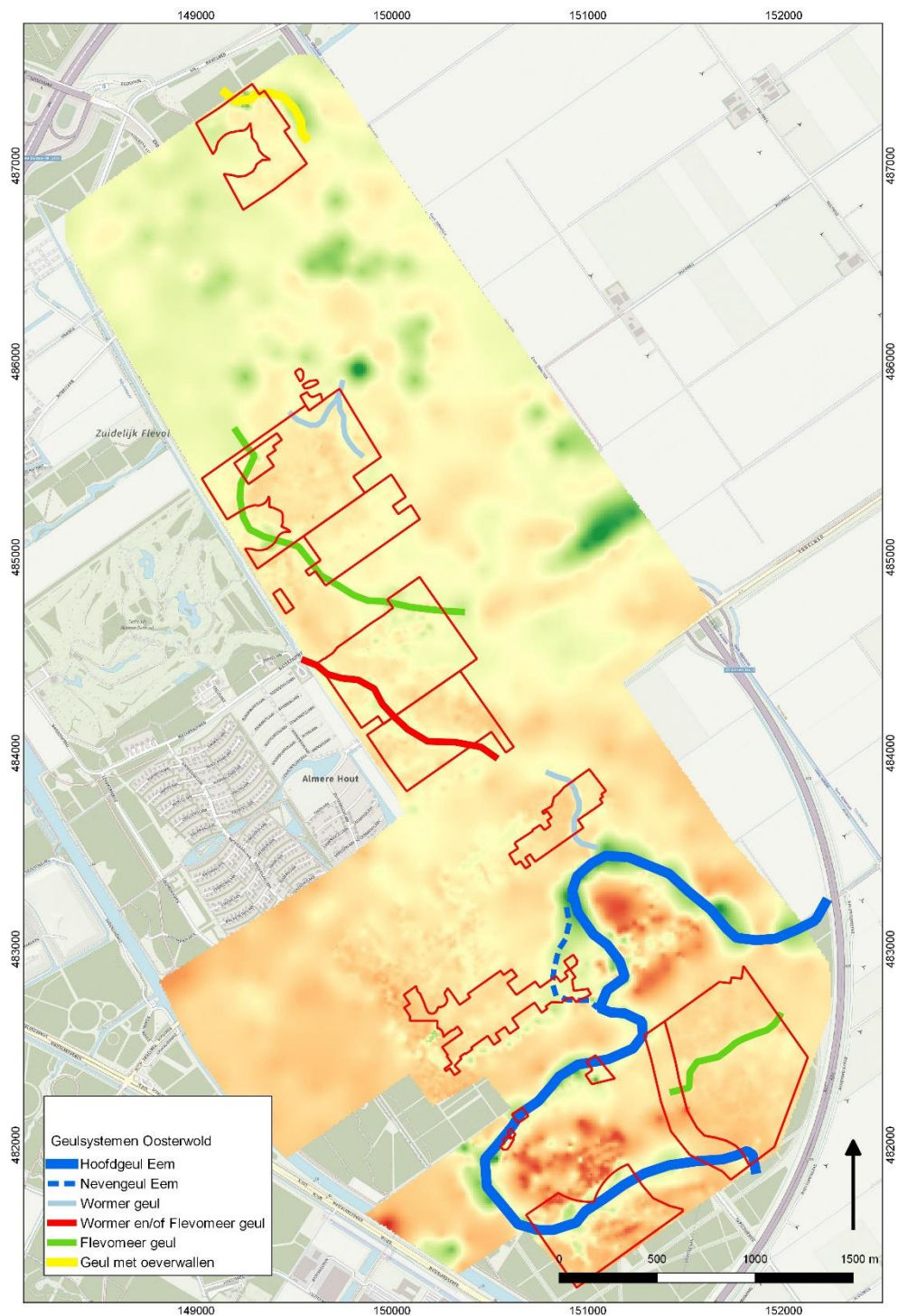
Op basis van de verkennende boringen is duidelijk geworden dat zich in de ondergrond van Oosterwold een reliëfrijk begraven pleistoceen landschap bevindt, waarvan de top grotendeels bestaat uit dekzand (Laagpakket van Wierden / Fm. van Bortel) en/of rivierduinen (Laagpakket van Delwijnen / Fm. van Bortel). Dit pleistocene landschap is onder invloed van de zeespiegel- en grondwaterstijging in het Holoceen verdrongen, waarbij op grote schaal fijnkorrelige sedimentatie van klei en veenvorming heeft plaatsgevonden. De holocene sequentie bestaat uit Basisveen (Fm. van Nieuwkoop), afzettingen van het Laagpakket van Wormer (Fm. van Naaldwijk), veen van de Hollandveen Laag (Fm. van Nieuwkoop), humeuze en klastische afzettingen van de Flevomeer Laag (Fm. van Nieuwkoop) en klastische afzettingen van de Almere en Zuiderzeelagen (Fm. van Naaldwijk). De top van het Pleistoceen ligt op de hoogste delen van Oosterwold (rivierduin op kavel I) rond de 5 meter -NAP en op de diepste delen op meer dan 14 meter -NAP (diepe geul op kavel A). Verder is er

sprake van een geleidelijk aflopend dekzandlandschap, waarbij de diepteligging van de top van het dekzand vanuit het zuiden naar het noorden toeneemt van ongeveer 7,5 meter -NAP tot rond de 9 meter -NAP. In de ondergrond zijn diverse dekzandruggen aanwezig, deze zijn onder andere aangetroffen op kavels E, F, G en J/K. Op kavels A en C is meer sprake van een relatief vlak dekzandlandschap met daarin enkele kleinere kopjes. Ook de noordelijke delen van kavels J en K kennen een soortgelijk dekzandlandschap, waarbij er vermoedelijk ook nog een deel geërodeerd is. Op basis van de gegevens van de bodemhorizonten blijkt dat ongeveer 59% van het dekzandoppervlak in Oosterwold nagenoeg intact is. Hier bevinden zich podzolbodems, iets afgetopte podzolbodems (EBC profielen) en vaaggronden, waarbij de vaaggronden veelal in het iets lagere dekzandgebieden voorkomen en podzolbodems op de hogere delen. In zo'n 21% van het onderzochte gebied is sprake van enige verspoeling van het dekzand waarna er hernieuwde humusaanrijking heeft plaatsgevonden en in ongeveer 20% van het plangebied is sprake van duidelijke erosie van het dekzand.

Op diverse plaatsen in Oosterwold zijn geulvormige laagten aangetroffen. In Afbeelding 6 is hiervan een globaal overzicht gegeven. De meest in het oog springende hiervan betreft het (vermoedelijke) oerstroombdal van de Eem, dat zich in het zuiden van Oosterwold bevindt en op kavels I, J en K is aangetroffen. Het dal van de Eem zal grotendeels tijdens het Pleistoceen zijn gevormd, opvulling van de geulvormige depressie heeft vooral tijdens het Holoceen plaatsgevonden en heeft vooral bestaan uit sedimentatie van de afzettingen van het Laagpakket van Wormer en niet uit fluviatiele sedimentatie. Andere aangetroffen geulen betreffen smalle, ondiepe geulvormige laagten die vermoedelijk behoren tot het milieu waarin het Laagpakket van Wormer is afgezet. Deze geulen zijn weinig dynamisch geweest en ze bevonden zich vooral tussen uitgestrekte rietveenmoerassen. Een deel van deze geulvormige laagten lijkt door het systeem van de Flevomeer Laag te zijn “gebruikt” en te zijn opgevuld met relatief zandige afzettingen van de Flevomeer Laag. Wellicht is dit geulsysteem van de Flevomeer Laag slechts kort actief geweest en betreft dit een “event”.⁶⁸ Zoals reeds in paragraaf 3.2 is besproken, wordt dit systeem - dat lokaal/regionaal vaak als het Hauwert Complex wordt aangeduid⁶⁹ - in dit rapport gerekend tot de Flevomeer Laag. Tenslotte is op kavel A een geul aangetroffen die diep ingesneden is in het Pleistoceen en die gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van oeverwallen langs de geul.

⁶⁸ Menke et al. 1998.

⁶⁹ cf. Menke et al. 1998; zie tevens het PvE (Jongste & Kluiving 2017).



Afbeelding 6: Overzicht van aangetroffen geosystemen in Oosterwold. De geulen zijn geplot op het reliëf van de top van de pleistocene afzettingen, waarbij de hoogste delen in rood/oranje zijn weergegeven en de laagste in groen.

4 Karterend en waarderend booronderzoek (fase 2-3)

4.1 Inleiding

Zoals in Hoofdstuk 2 is aangegeven, is op verschillende manieren bepaald hoe en waar en na het verkennend booronderzoek is verder gegaan met het karterend booronderzoek. Het is dan ook belangrijk om hier te vermelden dat naar aanleiding van de bepaling van de boorplannen voor het karterend booronderzoek voor kavels B, G, H en I geldt dat “lege” gebieden ook daadwerkelijk zones zijn waar geen archeologisch resten verwacht mogen worden en dat voor de overige kavels geldt dat de toegepaste onderzoeksmethodiek resulteert in lege zones, omdat hier conform het steekproefplan geen karterende boringen zijn uitgevoerd.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het karterend en waarderend booronderzoek gezamenlijk gepresenteerd en worden de aangetroffen indicatoren (inclusief houtskool) en begrensde vindplaatsen per kavel in kaartvorm weergegeven, deze kaarten zijn opgenomen in Bijlagen 4A-J.⁷⁰ Overige kaarten uit fasen 2 en fase 3 zijn in Bijlage 5 opgenomen.

4.2 Kavel A: Fase 2-3 (tabel 8a/b, bijlage 4A)

Het karterend booronderzoek op kavel A is uitgevoerd als een 45% steekproef (totaal 219 boringen). Tijdens het karterend booronderzoek zijn in 7 boringen primaire archeologische indicatoren aangetroffen (5 keer antropogeen vuursteen en 2 keer verkoolde hazelnootdoppen. Rondom de boringen met een primaire indicatoren zijn tijdens de waarderende fase (totaal 54 boringen) in zes boringen primaire indicatoren aangetroffen (4 boringen met antropogeen vuursteen, 4 boringen met verkoolde hazelnootdoppen en 1 boring met natuursteen. Ter nadere begrenzing van de zuidelijke vindplaats zijn nog 2 boringen gezet in fase 3, in 1 boring is een verkoolde hazelnootdop aangetroffen (tabel 8a/b).

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in ieder residu (boring) aangetroffen, soms in (zeer) grote hoeveelheden. Het materiaal kan tevens sterk gefragmenteerd zijn. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. In verschillende monsters zijn verkoolde schubben van dennenappel aanwezig en in 1 monster zijn verkoolde zaden van de gele lis aangetroffen. Zowel de primaire als de secundaire indicatoren zijn de in de top (bovenste 50 cm) van het pleistocene dekzand aangetroffen.

⁷⁰ Voor het kaartmateriaal zijn houtskoolconcentraties in grootteklassen opgenomen als stuks per gram residu, aangezien in vrijwel alle boringen houtskool aanwezig is, zijn boringen met de laagste concentraties houtskool niet in de kaarten opgenomen (dit verhoogt de leesbaarheid van de kaarten).

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
3611	2	5H_93	Splinter (3x2x2 mm)		
3704	2	5H_92	Afslag (16x19x5 mm)	1x (7-8 mm)	
3705	2	5H_92	2 splinters (7x6x1 / 5x2x1 mm)		
3713	2	5H_92	Splinter (4x5x1); Bryozoën duiden op noordelijke vuursteen		
3721	2	5H_92		1x (5-6 mm)	
3514	2	5H_92	Splinter (5x3x2 mm); Licht gerold, vermoedelijk verspoeld (geen primaire indicator)		
4953	3	5H_92	1 matig verbrand brokstuk (15x11x7 mm)	1x (9-10 mm)	
4961	3	5H_92	1 splinter (5x3x1 mm)		
4966	3	5H_92			2 brokjes natuursteen (kwartsitische zandsteen (10x9x11 en 15x13x11 mm)); Breukvlakken zijn kraterachtig
4969	3	5H_92	3 splinters (tussen 1x1x1 7x5x3 mm)	1x (2-3 mm)	
4971	3	5H_92		1x (5-6 mm)	
4977	3	5H_92	2 afslagen (14x16x8 en 11x7x1 mm); 1 licht verbrand afslagfragment (14x13x2 mm); 62 splinters (tussen 1x1x1 en ca. 9x6x3 mm); Splinters: twee licht verbrand, zes matig verbrand en zes zwaar verbrand	1x (5-6 mm)	
5528	3a	5H_92		1x (2-3 mm)	

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_92	3918	Dekzandkop/-rug; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,5-9,0 m -NAP 3,8-4,2 m -MV	VST / HAZ / NS	In kern en buffer van vindplaats	hoogste concentraties houtskool buiten vindplaats
5H_93	369	Dekzandkop langs mariene geul; AEBC - podzol	8,65 m -NAP 3,7 m -MV	VST		hoogste concentraties houtskool buiten vindplaats

Tabel 8a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel A.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen, antropogeen natuursteen en verkoolde hazelnootdop, aangevuld met enkele locaties met zeer veel houtskool nabij primaire indicatoren, zijn na uitvoering van fase 3 de kernen van de vindplaatsen vastgesteld (Tabel 8b). De boringen met primaire indicatoren liggen voornamelijk als een cluster in het zuidelijke deel van kavel A op een relatief hoog deel van het dekzandlandschap. Dit cluster vormt een grote

vindplaats (5H_92). De andere vindplaats (5H_93) bestaat uit enkel een stukje antropogeen vuursteen en ligt nabij de grote geul aan de noordkant van Kavel A.

De primaire archeologische indicatoren van vindplaats 5H_92 zijn antropogeen vuursteen, verkoolde hazelnootdop en antropogeen natuursteen. In één van de boringen loopt het aantal vuurstenen artefacten zelfs op tot 65 stuks (zeefresidu 4977). Er kan dan ook gesteld worden dat deze boring pal op een grote vindplaats is gezet die gekenmerkt wordt door een hoge dichtheid aan vuurstenen vondsten.

Van diverse stukjes verkoolde hazelnootdoppen en enkele Pinus schubben zijn ¹⁴C-dateringen uitgevoerd (zie Tabel 9). Hieruit blijkt dat vindplaats 5H_92 in het Vroeg tot Midden-Mesolithicum gedateerd kan worden. Vindplaats 5H_93 is vanwege het ontbreken van dateerbaar materiaal niet gedateerd.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
3704	HAZ	5H_92	-868	Ua- 59757	8614 ± 36	9578	Vroeg-Mesolithicum
4953	HAZ	5H_92	-881	Ua- 59799	8771 ± 42	9789	Vroeg-Mesolithicum
4969	HAZ	5H_92	-870	Ua- 59800	8365 ± 38	9390	Vroeg-Mesolithicum
4969	Pinus schubben	5H_92	-870	Ua- 59801	9232 ± 42	10397	Vroeg-Mesolithicum
4971	HAZ	5H_92	-850	Ua- 59802	9350 ± 56	10577	Vroeg-Mesolithicum
4977	HAZ	5H_92	-891	Ua- 59803	8275 ± 50	9274	Vroeg-Mesolithicum
4977	Pinus schubben	5H_92	-891	Ua- 59804	7968 ± 47	8841	Midden-Mesolithicum

Tabel 9: ¹⁴C-dateringen vindplaats 5H_92, kavel A.

4.3 Kavel B fase 2-3 (tabel 10a/b, bijlage 4BC)

Het karterend booronderzoek op kavel B is uitgevoerd op plaatsen waar het begraven dekzandlandschap intact is, er is dus geen 45% steekproef genomen. In totaal zijn in fase 2 16 boringen uitgevoerd. In drie residuen zijn fragmenten antropogeen vuursteen aangetroffen en in zeven residuen zijn fragmenten verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen. In één residu is een verkoold zaadje van wild gras gevonden en zijn mogelijk verkoolde stukjes van een dennenappelschub in een ander residu aangetroffen (# 3731) (zie Tabel 10a/b). Rondom de boringen met primaire indicatoren zijn tijdens de waarderende fase (fase 3, 48 boringen) alleen in boring 4810 nog enkele fragmenten verkoolde hazelnootdop aangetroffen.

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in ieder residu aangetroffen. Het materiaal kan zowel sterk gefragmenteerd zijn als in grotere brokken voorkomen. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. Zowel de primaire als de secundaire indicatoren zijn de in de top (bovenste 50 cm) van het pleistocene dekzand aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, aangevuld met enkele locaties met zeer veel houtskool nabij primaire indicatoren, zijn de kernen van de drie vindplaatsen vastgesteld (zie Tabel 10a/b). ¹⁴C-dateringen hebben uitgewezen dat de vindplaatsen in het Vroeg en Laat-Mesolithicum dateren (zie Tabel 11).

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
3726	2	5H_80	Splinter (5x2x1 mm)	1x (5-6 mm)	
3728	2	5H_80		1x (3-4 mm)	
3729	2	5H_79		1x (3-4 mm)	
3731	2	5H_79	1 fragment (4x5x2 mm); lijkt verbrand, mogelijk antropogeen	1x (3-4 mm)	
3732	2	5H_79		1x (3-4 mm)	
3735	2	5H_78		1x (3-4 mm)	
3737	2	5H_78	Fragment van splinter of afslag (6x2x1 mm)		
3739	2	5H_78		1x (9-10 mm)	
4810	3	5H_80		3x (5 tot 10 mm)	

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_78	1087	Dekzandruggetje - relatief laag; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,59-8,69 -NAP 3,9-4 m -MV	VST / HAZ		Veel houtskool binnen vindplaats
5H_79	1089	Dekzandruggetje - relatief laag; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,76-8,94 m -NAP 4,1-4,25 m -MV	VST / HAZ	In kern vindplaats	Veel houtskool binnen vindplaats
5H_80	700	Dekzandruggetje - relatief laag; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,79-8,93 m -NAP 4,05-4,15 m -MV	VST / HAZ		Veel houtskool binnen vindplaats

Tabel 10a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel B.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
3735	HAZ	5H_78	-864	Ua- 59760	9164 ± 36	10326	Vroeg-Mesolithicum
3739	HAZ	5H_78	-859	Ua- 59761	6448 ± 38	7373	Laat-Mesolithicum
3731	HAZ	5H_79	-876	Ua- 59759	9309 ± 36	10510	Vroeg-Mesolithicum
3726	HAZ	5H_80	-879	Ua- 59758	8461 ± 36	9493	Vroeg-Mesolithicum
4810	HAZ	5H_80	-884	Ua- 59790	6919 ± 36	7752	Laat-Mesolithicum

Tabel 11: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel A.

4.4 Kavel C fase 2-3 (tabel 12a/b, bijlage 4BC)

Het karterend onderzoek op kavel C is uitgevoerd als een 45% steekproef (477 boringen). Tijdens het karterend booronderzoek zijn in 21 residuen met zekerheid primaire of harde archeologische indicatoren aangetroffen (zie Tabel 12a/b). Het betreft antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdoppen. Daarnaast zijn in enkele residuen stukjes verbrand bot en natuursteen aangetroffen, welke mogelijk antropogeen zijn en daarmee niet als primaire indicator zijn beschouwd. Rondom de boringen met primaire indicatoren zijn tijdens de waarderende fase (fase 3, 288) in 27 residuen primaire indicatoren (antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdoppen) aangetroffen, daarnaast zijn twee keer stukjes natuursteen en een keer verbrand bot aangetroffen. Ter nadere begrenzing van de aangetroffen vindplaatsen zijn nog 25 aanvullende boringen gezet, hierbij zijn in 4 boringen nog antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen.

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in zo goed als ieder residu aangetroffen, soms in grote hoeveelheden. Het materiaal kan soms sterk gefragmenteerd zijn. In enkele gevallen zijn grotere stukken aanwezig. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. Verder zijn in diverse monsters fragmenten van verkoolde delen (schubben) van vruchtkegels van naaldbomen, waarschijnlijk grove den (*Pinus sylvestris*) en spar (*Picea/Abies*) gevonden. Tenslotte zijn in zes residuen nog botanische indicatoren aangetroffen. Zowel de primaire als de secundaire indicatoren zijn de in de top (bovenste 50 cm) van het pleistocene dekzand aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, aangevuld met enkele locaties met zeer veel houtskool nabij primaire indicatoren, zijn de kernen van in totaal negentien vindplaatsen vastgesteld (zie Tabel 12a/b).⁷¹

¹⁴C-dateringen van 13 van de 19 vindplaatsen hebben uitgewezen dat de deze in het Vroeg en Laat-Mesolithicum dateren (zie Tabel 13). Een monster kon na preparatie niet gedateerd worden (te weinig koolstof wegens corrosie) en 1 monster geeft een datering die vermoedelijk te jong is gezien de context (monster 4722 met een datering in de Bronstijd, zie Tabel 13), wellicht is hier sprake van enige contaminatie van het monster van bovenaf). Van de overige vindplaatsen was geen dateerbare primaire indicator beschikbaar.

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
3010	2	5H_66	2 fragmenten (7x5x2 en 3x2x1 mm; Verbrand)		
3011	2	5H_65	1 splinter (3x3x1 mm)		fragment van een zaadje van de familie van de grote graszaden (<i>Poaceae</i>)

⁷¹ Vindplaats 5H_70 is ook aan de hand van landschappelijke kenmerken begrensd (dekzandkop).

3030	2	5H_64	1 splinter (5x5x1 mm)		
3054	2	5H_59		1x (7-8 mm)	
3062	2	5H_60	Mogelijk antropogeen, de ene zijde is bedekt met patina, de andere zijde niet		
3139	2	5H_63		1x (7-8 mm)	
3167	2	5H_61		1x (3-4 mm)	
3236	2	5H_70		1x (3-4 mm)	
3250	2	5H_70	1 splinter (7x6x1 mm)	1x (5-6 mm)	
3275	2	5H_72	1 splinter (5x6x1 mm)		
3329	2	5H_68		1x (7-8 mm)	
3350	2	5H_69		1x (9-10 mm)	
3354	2	5H_75		1x (3-4 mm)	
3356	2	5H_77		1x (3-4 mm)	
3360	2	5H_74	Brokstuk (16x8x8 mm); Mogelijk antropogeen		
3380	2	5H_62	1 splinter (5x4x1 mm)	30 stuks tot 12 mm groot	
3403	2	5H_71		1x (7-8 mm)	
3418	2	5H_73		1x (7-8 mm)	
3450	2	5H_67	Fragment (2x3x1 mm); Mogelijk antropogeen		
3476	2	5H_75	1 splinter (4x6x3 mm)	1x (5-6 mm)	
3477	2	5H_75	1 afslag (13x13x3 mm); Dorsaal volledig bedekt met oud, natuurlijk oppervlak (decortatieafslag)	1x (3-4 mm)	
4501	3	5H_69	1 fragment (1x2x1 mm); Zeer waarschijnlijk antropogeen		
4517	3	5H_73	1 splinter (4x8x1 mm)	1x (7-8 mm)	
4518	3	5H_73		1x (7-8 mm)	
4540	3	5H_63	11 splinters (tussen 2x1x1 en 8x6x3 mm); Minstens 1 stuk is matig verbrand	Ca. 16 stukjes, tot 11 mm groot	Stukje antropogeen kwartsiet (splinter 9x8x4 mm)
4566	3	5H_66		1x (2-4 mm)	
4570	3	5H_66	1 splinter (3x3x1 mm)		
4568	3	5H_65			1 stukje verbrand bot (2-3 mm)
4679	3	5H_70		1x (9-10 mm)	
4668	3	5H_68	1 fragmentje (3x2x1 mm); Zeer waarschijnlijk antropogeen		
4687	3	5H_70	1 potlid (9x8x2 mm) en vijf splinters (tussen 2x1x1 en 4x3x2 mm); 2 stuks matig verbrand		
4697	3	5H_70	1 splinter (6x3x1 mm)		
4700	3	5H_70	1 potlid (14x8x2 mm)	1x (7-8 mm)	

4740	3	5H_74		1x (5-6 mm)	
4752	3	5H_75		1x (5-6 mm)	
4754	3	5H_75		1x (5-6 mm)	
4755	3	5H_75	4 splinters (tussen 5x2x1 en 8x5x2 mm) en een afslagfragment (16x10x5 mm); 1 splinter zwaar verbrand	1x (9-10 mm)	
4761	3	5H_75	1 splinter (8x11x3 mm)	1x (7-8 mm)	
4768	3	5H_74	1 splinter (2x3x1 mm)		
4772	3	5H_75		1x (2-4 mm)	
4773	3	5H_75	1 grote afslag (26x20x7 mm); Noordelijke vuursteen (bryozoën vuursteen)	1x (2-4 mm)	
4774	3	5H_75	2 splinters (1x1x1 en 4x3x2 mm)		
4775	3	5H_75		1x (5-6 mm)	
4781	3	5H_75	1 splinter (8x5x3 mm)		
4782	3	5H_75	1 distaal microklingfragment (12x8x3 mm) en negen splinters (tussen 3x2x1 en 8x4x1 mm)	1x (5-6 mm)	
4783	3	5H_75	10 splinters met afmetingen tussen 2x1x1 en 4x6x1 mm en een afslagfragment (10x7x4 mm)	1x (2-4 mm)	13 brokjes kwartsitische zandsteen (1x1x1 - 8x7x5 mm)
4801	3	5H_77		1x (9-10 mm)	
4807	3	5H_77		1x (7-8 mm)	
5497	3a	5H_75		1x (9-10 mm)	
5480	3a	5H_75		1x (2-4 mm)	
5490	3a	5H_66	3 splinters (tussen 3x2x1 en 4x5x1 mm); 1 splinter licht verbrand	1x (7-8 mm)	
5494	3a	5H_65	1 splinter (2x2x1 mm)		

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_59	415	Dekzandvlakte relatief hoog; AEBC - podzol	8,42 m -NAP 3,80 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	Houtskool / knappersteen
5H_60	313	Dekzandvlakte relatief hoog; AEBC - podzol	8,12 m -NAP 3,40 m -MV	VST	In kern vindplaats	
5H_61	432	Dekzandvlakte relatief hoog; AEBC - podzol	8,16 m -NAP 3,45 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool
5H_62	424	Dekzandvlakte relatief hoog; AEBC - podzol	8,48 m -NAP 3,75 m -MV	VST / HAZ	In buffer vindplaats	Houtskool / knappersteen; net buiten zone met veel houtskool
5H_63	882	Dekzandvlakte relatief laag; AC - vaaggrond	8,21 m -NAP 3,50 m -MV	HAZ / NS		Houtskool

5H_64	370	Dekzandkopje relatief hoog; AEBC - podzol	7,79 m -NAP 3,15 m -MV	VST		Houtskool
5H_65	973	Dekzandkopje relatief hoog; AEBC - podzol	7,74 m -NAP 3,10 m -MV	VST / BOT	In kern vindplaats	Houtskool / knappersteen
5H_66	962	Dekzandkopje relatief hoog; AEBC - podzol	7,83 m -NAP 3,20 m -MV	VST / HAZ	In kern vindplaats	Houtskool / knappersteen; veel houtskool in kern
5H_67	313	Dekzandkopje relatief hoog; AEBC - podzol	8,26 m -NAP 3,50 m -MV	VST	In buffer vindplaats	Houtskool / knappersteen; net buiten zone met veel houtskool
5H_68	545	Flank / dekzandvlakte; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,24 m -NAP 3,50 m -MV	VST / HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool / knappersteen; net buiten zone met veel houtskool
5H_69	668	Flank; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,51 m -NAP 3,70 m -MV	HAZ / BOT	In kern vindplaats	Net buiten zone met veel houtskool
5H_70	2093	Dekzandkopje - hoog; AEBC - podzol / EBC	7,63 m -NAP 2,90 m -MV	VST / HAZ	In kern vindplaats	Houtskool / knappersteen; net buiten zone met veel houtskool
5H_71	313	Dekzandkopje; AEBC - podzol	8,33 m -NAP 3,60 m -MV	HAZ		
5H_72	550	Flank / overgang naar lager kopje; AC - vaaggrond	8,16 m -NAP 3,45 m -MV	VST / HAZ	In buffer vindplaats	Houtskool
5H_73	946	Flank; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,73 m -NAP 3,95 m -MV	VST / HAZ		Houtskool
5H_74	1102	Dekzandkopje - relatief laag; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,47 m -NAP 3,70 m -MV	VST / HAZ		Houtskool
5H_75	3133	Dekzandkopje - relatief laag; AEBC - podzol	8,20 m -NAP 3,50 m -MV	VST / HAZ / NS / BOT	In kern vindplaats	Veel houtskool en knappersteen in kern vindplaats
5H_76	313	Dekzandkopje - relatief laag; AC - vaaggrond	8,64 m -NAP 3,90 m -MV	HAZ		
5H_77	1084	Dekzandkopje - relatief laag; AEBC - podzol	8,53 m -NAP 3,86 m -MV	HAZ		Houtskool

Tabel 12a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel C.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
3054	HAZ	5H_59	-842	Ua- 59746	8502 ± 39	9510	Vroeg-Mesolithicum
3167	HAZ	5H_61	-816	Ua- 59748	8403 ± 35	9445	Vroeg-Mesolithicum
3380	HAZ	5H_62	-848	Ua- 59752	8506 ± 35	9512	Vroeg-Mesolithicum
3139	HAZ	5H_63	-886	Ua- 59747	6834 ± 36	7663	Laat-Mesolithicum
4540	HAZ	5H_63	-880	Ua- 59776	7981 ± 48	8853	Vroeg-Mesolithicum
4566	HAZ	5H_66	-790	Ua- 59777	7746 ± 36	8523	Vroeg-Mesolithicum
3329	HAZ	5H_68	-824	Ua- 59749	7898 ± 36	8735	Vroeg-Mesolithicum
3329	Pinus schubben	5H_68	-824	Ua- 59750	7464 ± 35	8284	Laat-Mesolithicum
3350	HAZ	5H_69	-819	Ua- 59751	6917 ± 35	7750	Laat-Mesolithicum
4700	HAZ	5H_70	-795	Ua- 59778	8697 ± 37	9640	Vroeg-Mesolithicum
3403	HAZ	5H_71	-833	Ua- 59753	8463 ± 35	9495	Vroeg-Mesolithicum
3275	HAZ	5H_72	-858	x	x	x	x
4722	HAZ	5H_72	-856	Ua- 59779	3378 ± 30	3632	Bronstijd
3418	HAZ	5H_73	-873	Ua- 59754	7423 ± 34	8260	Laat-Mesolithicum
4517	HAZ	5H_73	-852	Ua- 59775	8419 ± 37	9461	Vroeg-Mesolithicum
4740	HAZ	5H_74	-865	Ua- 59780	8654 ± 37	9610	Vroeg-Mesolithicum
3476	HAZ	5H_75	-820	Ua- 59755	8342 ± 35	9374	Vroeg-Mesolithicum
3477	HAZ	5H_75	-835	Ua- 59756	8574 ± 36	9541	Vroeg-Mesolithicum
4755	HAZ	5H_75	-851	Ua- 59781	8288 ± 37	9306	Vroeg-Mesolithicum
4761	HAZ	5H_75	-835	Ua- 59782	8608 ± 39	9577	Vroeg-Mesolithicum
4773	HAZ	5H_75	-830	Ua- 59783	8828 ± 41	9939	Vroeg-Mesolithicum
4773	Pinus schubben	5H_75	-830	Ua- 59784	9066 ± 40	10229	Vroeg-Mesolithicum
4782	HAZ	5H_75	-848	Ua- 59785	8862 ± 39	10056	Vroeg-Mesolithicum
4783	HAZ	5H_75	-862	Ua- 59786	8764 ± 40	9779	Vroeg-Mesolithicum
4800	HAZ	5H_77	-853	Ua- 59787	6249 ± 39	7170	Laat-Mesolithicum
4801	HAZ	5H_77	-854	Ua- 59788	6688 ± 40	7556	Laat-Mesolithicum
4807	HAZ	5H_77	-848	Ua- 59789	6506 ± 34	7413	Laat-Mesolithicum

Tabel 13: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel C.

4.5 Kavel D fase 2-3 (tabel 14a/b, bijlage 4D)

Het karterend booronderzoek op kavel D is uitgevoerd als een 45% steekproef (182 boringen). In drie residuen zijn fragmenten verkoolde hazelnootdop aangetroffen. In twee residuen zijn fragmenten verbrand bot aangetroffen en in 1 residu zijn brokjes (mogelijk antropogeen) natuursteen aanwezig (geen primaire indicator). Rondom de boringen met verkoolde hazelnootdoppen en verbrand bot zijn in fase 3 (65 boringen) nog in twee residuen verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen (Tabel 14a/b). Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in ieder residu aangetroffen, in variabele hoeveelheden (van weinig tot zeer veel). Het materiaal kan zowel sterk gefragmenteerd zijn als in grotere brokken voorkomen. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. Daarnaast zijn in verschillende monsters verkoolde schubben van dennenappel gevonden. In residu 5226 zijn verkoolde zaden van de gele lis aangetroffen. Zowel de primaire als de secundaire indicatoren zijn de in de top (bovenste 50 cm) van het pleistocene dekzand aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, aangevuld met enkele locaties met zeer veel houtskool nabij primaire indicatoren, zijn de kernen van in totaal vier vindplaatsen vastgesteld (zie Tabel 14a/b). ¹⁴C-dateringen van vindplaatsen 5H_120 en 5H_121 hebben uitgewezen dat deze in het Midden en Laat-Mesolithicum dateren (zie Tabel 15). Van de andere vindplaatsen was geen dateerbaar materiaal beschikbaar.

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
5123	2	5H_121		1x (5-6 mm)	
5238	2	5H_120		1x (3-4 mm)	
5291	2	5H_119		1x (3-4 mm)	
5468	3	5H_121		2x (2-3 mm)	
5469	3	5H_121		x1 (9-10 mm)	

Vindplaats	Oppervlakte kern (m ²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_118	412	Dekzandvlakte relatief hoog; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,55 m -NAP / 3,65 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool
5H_119	313	Dekzandvlakte relatief hoog; AC - vaaggrond	8,64 m -NAP / 3,80 m -MV	HAZ		
5H_120	313	Flank; AC - vaaggrond	8,78 m -NAP / 3,90 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	
5H_121	710	Flank - nabij geul; AC - vaaggrond	8,76 m -NAP / 3,95 m -MV	HAZ / BOT		

Tabel 14a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel D.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
5238	HAZ	5H_120	-878	Ua-61188	6803 ± 39	7644	Laat-Mesolithicum
5123	HAZ	5H_121	-876	Ua-61187	8070 ± 42	8959	Midden-Mesolithicum
5469	HAZ	5H_121	-875	Ua-61192	7827 ± 38	8609	Midden-Mesolithicum

Tabel 15: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel D.

4.6 Kavel E fase 2-3 (tabel 16a/b, bijlage 4E)

Het karterend booronderzoek op kavel E is uitgevoerd als een 45% steekproef (292 boringen). In 4 residuen is antropogeen vuursteen aangetroffen en in 7 residuen zijn fragmenten verkoolde hazelnootdop aangetroffen. Tevens is tweemaal natuursteen en eenmaal verbrand bot aangetroffen. Rondom de boringen met primaire indicatoren zijn in de waarderende fase (fase 3, 139 boringen) in 3 boringen fragmenten antropogeen vuursteen en in 9 boringen stukjes verkoolde hazelnootdop aangetroffen. In twee boringen zijn botanische indicatoren aangetroffen (Tabel 16a/b). Bij een aanvullende waarderende fase (13 boringen) zijn in twee boringen nog een stukje verkoolde hazelnootdop aangetroffen.

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in een groot deel van de residuen aangetroffen, in variabele hoeveelheden (van weinig tot zeer veel). Het materiaal kan zowel sterk gefragmenteerd zijn als in grotere brokken voorkomen. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een beperkt deel van de residuen aangetroffen. Daarnaast zijn in verschillende monsters verkoolde schubben van dennenappel aanwezig (alleen tijdens fase 3 aangetroffen). Zowel de primaire als de secundaire indicatoren zijn de in de top (bovenste 50 cm) van het pleistocene dekzand aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, zijn de kernen van tien vindplaatsen vastgesteld door middel van een zone van 10 meter rondom de primaire indicator te bepalen. ¹⁴C-dateringen van 7 van de 10 vindplaatsen hebben uitgewezen dat deze vindplaatsen vooral in Vroeg-Mesolithicum dateren, maar ook in het Midden en Laat-Mesolithicum (zie Tabel 17). Van de 3 overige vindplaatsen was geen dateerbaar materiaal beschikbaar.

Tenslotte zijn op verzoek van het Bevoegd Gezag op kavel E 23 Avegaarboringen geplaatst t.b.v. onderzoek naar archeologische indicatoren in een humeus niveau van het Laagpakket van Wormer. Hierbij zijn geen primaire indicatoren aangetroffen.

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
2372	2	5H_81		1x (7-8 mm)	
2407	2	5H_83	3 splinters (4x3x1, 4x2x1 en 2x2x1 mm); 2 stuks zijn zwaar verbrand	1x (3-4 mm)	
2461	2	5H_84		1x (5-6 mm)	
2485	2	5H_85			1 hoekig brokje natuursteen (ca. 6-8 mm)
2487	2	5H_86	Afslagfragment (10x10x2 mm) en splinter (9x4x2 mm)	1x (7-8 mm)	
2525	2	5H_89		1x (3-4 mm)	
2531	2	5H_87		1x (3-4 mm)	
2585	2	5H_88	Afslagfragment (16x15x3)		
2609	2	5H_90			Verbrand bot (3-4 mm)
3954	2	5H_82	Microliet of microspits (10x4x2 mm); driehoekig steil geretoucheerd microklingetje		
3980	2	5H_86		1x (3-4 mm)	
3986	3	5H_83	1 splinter (2x1x1 mm)	1x (5-6 mm)	
4026	3	5H_87		1x (3-4 mm)	
4030	3	5H_87		1x (5-6 mm)	
4051	3	5H_84		1x (7-8 mm)	
4061	3	5H_84	2 splinters (7x6x1 en 5x3x1 mm)	1x (5-6 mm)	
4062	3	5H_84	1 afslag (17x11x3 mm) en 6 splinters (tussen 2x2x1 en 4x2x2 mm)	Veel kleine fragmentjes en 1 stuk van ca. 11 mm	
4079	3	5H_88		1x (3-4 mm)	
5968	3a	5H_84		1x (5-6 mm)	
5970	3a	5H_84		1x (5-6 mm)	

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_81	370	Dekzandkopje; AC - vaaggrond	8,46 m -NAP 3,80 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	Houtskool
5H_82	883	Dekzandkopje; AEBC - podzol	8,46 m -NAP 3,69 m -MV	VST / NS	In kern vindplaats	Houtskool / knappersteen
5H_83	659	Flank; AC - vaaggrond	8,68 m -NAP 3,79 m -MV	VST / HAZ		
5H_84	1699	Dekzandkopje + flank; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,52 m -NAP 3,83 m -MV	VST / HAZ		Houtskool
5H_85	417	Dekzandkopje; AEBC - podzol	8,44 m -NAP 3,80 m -MV	NS		Houtskool / knappersteen; net buiten zone

						met veel houtschool
5H_86	565	Dekzandkopje; AC - vaaggrond	8,40 m -NAP 3,75 m -MV	VST / HAZ / NS	In kern en buffer vindplaats	Houtschool; net buiten zone met veel houtschool
5H_87	889	Dekzandkopje; AEBC - podzol	8,19 m -NAP 3,50 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	Houtschool / knappersteen; net buiten zone met veel houtschool
5H_88	822	Flank; AC - vaaggrond / C	8,52 m -NAP 3,80 m -MV	VST / HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtschool / knappersteen; net buiten zone met veel houtschool
5H_89	368	Dekzandkopje; AEBC - podzol	8,24 m -NAP 3,50 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	Houtschool; net buiten zone met veel houtschool
5H_90	432	Dekzandkopje (hoog); AEBC - podzol	8,07 m -NAP 3,40 m -MV	BOT	In buffer vindplaats	Houtschool; net buiten zone met veel houtschool

Tabel 16a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel E.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
2372	HAZ	5H_81	-846	Ua- 59736	8016 ± 38	8895	Vroeg-Mesolithicum
2407	HAZ	5H_83	-853	Ua- 59737	8889 ± 39	10038	Vroeg-Mesolithicum
3986	HAZ	5H_83	-868	Ua- 59766	8599 ± 39	9569	Vroeg-Mesolithicum
4051	HAZ	5H_84	-852	Ua- 59770	8194 ± 37	9153	Vroeg-Mesolithicum
4061	HAZ	5H_84	-905	Ua- 59771	9029 ± 38	10214	Vroeg-Mesolithicum
4062	HAZ	5H_84	-865	Ua- 59772	8652 ± 37	9609	Vroeg-Mesolithicum
2487	HAZ	5H_86	-840	Ua- 59738	6433 ± 36	7366	Laat-Mesolithicum
4026	HAZ	5H_87	-839	Ua- 59767	8789 ± 38	9811	Vroeg-Mesolithicum
4026	Pinus schubben	5H_87	-839	Ua- 59768	7151 ± 35	7980	Laat-Mesolithicum
4030	HAZ	5H_87	-826	Ua- 59769	7892 ± 37	8711	Midden-Mesolithicum
4079	HAZ	5H_88	-852	Ua- 59773	8799 ± 39	9827	Vroeg-Mesolithicum
4079	Pinus schubben	5H_88	-852	Ua- 59774	7393 ± 35	8244	Laat-Mesolithicum
2525	HAZ	5H_89	-824	Ua- 59739	6804 ± 36	7644	Laat-Mesolithicum

Tabel 17: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel E.

4.7 Kavel F fase 2-3 (tabel 18a/b, bijlage 4F)

Tijdens het karterend booronderzoek (uitgevoerd als een 45% steekproef, 227 boringen), zijn in twee boringen antropogeen vuursteen en in acht boringen verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen. In twee boringen is verbrand bot aangetroffen (Tabel 18a/b). Bij het waarderend booronderzoek (fase 3, 172 boringen, aangevuld met 46 boringen op het voormalige ReGen Villages-terrein), dat rondom de primaire indicatoren is uitgevoerd, zijn in zes residuen stukjes antropogeen vuursteen en in dertien boringen stukjes verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen. Bij een aanvullend waarderend onderzoek (15 boringen) zijn in twee boringen stukjes verkoolde hazelnootdop aangetroffen.

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in zo goed als ieder residu aangetroffen, soms in zeer grote hoeveelheden. Het materiaal kan zowel sterk gefragmenteerd zijn als in grotere brokken voorkomen. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een beperkt deel van de residuen aangetroffen. Verder zijn in diverse monsters fragmenten van verkoolde delen van vruchtkegels (dennenappels) van naaldbomen gevonden. Opvallend is de grote hoeveelheid verkoolde dennenappelschubben in monster 4882 (75 stuks). Tenslotte is in 1 residu een verbrand graszaadje aangetroffen. Zowel de primaire als de secundaire indicatoren zijn de in de top (bovenste 50 cm) van het pleistocene dekzand aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, zijn de kernen van twaalf vindplaatsen vastgesteld door middel van een zone van 10 meter rondom de primaire indicator te bepalen. ¹⁴C-dateringen van zeven vindplaatsen hebben uitgewezen dat deze vooral in het Vroeg-Mesolithicum dateren (zie Tabel 19), maar ook in het Midden en Laat-Mesolithicum. Van vijf vindplaatsen was geen dateerbaar materiaal beschikbaar.

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
2659	2	5H_94		1x (5-6 mm)	1 stukje verbrand bot (1-2 mm)
2682	2	5H_95	Splinter (6x2x2 mm)		
2733	2	5H_96		1x (5-6 mm)	
2761	2	5H_97		1x (7-8 mm)	
2772	2	5H_97	Splinter (2x2x1 mm); mogelijk antropogeen		
2815	2	5H_99		1x (9-10 mm)	
2818	2	5H_98		1x (7-8 mm)	
2841	2	5H_100		1x (3-4 mm)	
2849	2	5H_101		1x (5-6 mm)	
2861	2	5H_101		1x (3-4 mm)	
4840	3	5H_100		Meerdere (9-10 mm)	
4851	3	5H_99		Meerdere (9-10 mm)	

4862	3	5H_99		Meerdere (3-4 mm)	
4865	3	5H_99	Splinter (2x5x1 mm)	Meerdere (5-6 mm)	
4875	3	5H_98	Afslagfragment (13x10x2 mm) en 1 splinter (3x2x1 mm); Afslagfragment is zwaar verbrand	Meerdere (7-8 mm)	
4888	3	5H_97	Splinter (2x1x1 mm)	Meerdere (3-4 mm)	
4890	3	5H_97	Splinter (3x4x1 mm)		
4892	3	5H_97	Splinter (9x7x2 mm)		
4894	3	5H_97	2 splinters (3x2x1 en 3x3x1 mm)		
4896	3	5H_97		Meerdere (3-4 mm)	
4897	3	5H_97		Meerdere (3-4 mm)	
4910	3	5H_96		Meerdere (9-10 mm)	
4936	3	5H_94		Meerdere (5-6 mm)	
5982	3a	5H_99		1x (3-4 mm)	
5983	3a	5H_99		1x (3-4 mm)	
6330	3	5H_139		1x (2-5 mm)	Regen Villages-kavel
6334	3	5H_139		1x (2-5 mm)	Regen Villages-kavel
6344	3	5H_140		1x (2-5 mm)	Regen Villages-kavel

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_94	778	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	8,19 m -NAP 3,50 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	Veel houtskool op gehele rug
5H_95	423	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	8,12 m -NAP 3,40 m -MV	VST / HAZ	In buffer vindplaats	Veel houtskool op gehele rug
5H_96	824	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,65 m -NAP 3,00 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Veel houtskool op gehele rug
5H_97	2070	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,47 m -NAP 2,74 m -MV	VST / HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_98	639	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,44 m -NAP 2,83 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Veel houtskool op gehele rug
5H_99	1746	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,81 m -NAP 3,11 m -MV	VST / HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_100	668	Dekzandlaagte; AC - vaaggrond	8,79 m -NAP 4,15 m -MV	HAZ		
5H_101	817	Dekzandkopje; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	7,90 m -NAP 3,30 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	Houtskool

5H_137	448	Dekzandrug; AEBC / ABC - podzol	8,28 m -NAP 3,85 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen
5H_138	425	Flank hoge dekzandrug; AEBC / ABC - podzol	7,99 m -NAP 3,30 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool
5H_139	1077	Dekzandrug; AEBC - podzol	7,97 m -NAP 3,39 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	
5H_140	782	Dekzandrug; AEBC - podzol	8,20 m -NAP 3,58 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen

Tabel 18a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel F.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
2659	HAZ	5H_94	-831	Ua- 59740	8773 ± 39	9791	Vroeg-Mesolithicum
4936	HAZ	5H_94	-819	Ua- 59798	8000 ± 37	8883	Midden-Mesolithicum
2733	HAZ	5H_96	-765	Ua- 59741	8723 ± 40	9686	Vroeg-Mesolithicum
4910	HAZ	5H_96	-765	Ua- 59797	9087 ± 40	10242	Vroeg-Mesolithicum
2761	HAZ	5H_97	-752	Ua- 59742	8615 ± 41	9586	Vroeg-Mesolithicum
4896	HAZ	5H_97	-758	Ua- 59796	8852 ± 41	9976	Vroeg-Mesolithicum
2818	HAZ	5H_98	-749	Ua- 59744	8790 ± 40	9813	Vroeg-Mesolithicum
4875	HAZ	5H_98	-744	Ua- 59795	9088 ± 39	10243	Vroeg-Mesolithicum
2815	HAZ	5H_99	-802	Ua- 59743	8772 ± 40	9790	Vroeg-Mesolithicum
4851	HAZ	5H_99	-790	Ua- 59792	6856 ± 36	7693	Laat-Mesolithicum
4851	Pinus schubben	5H_99	-790	Ua- 59793	8516 ± 41	9514	Vroeg-Mesolithicum
4865	HAZ	5H_99	-781	Ua- 59794	9245 ± 37	10409	Vroeg-Mesolithicum
4840	HAZ	5H_100	-879	Ua- 59791	8839 ± 36	9958	Vroeg-Mesolithicum
2849	HAZ	5H_101	-878	Ua- 59745	7788 ± 38	8565	Midden-Mesolithicum

Tabel 19: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel F.

4.8 Kavel G fase 2-3 (tabel 20a/b, bijlage 4G)

Het karterend booronderzoek op kavel G is uitgevoerd op plaatsen waar een intact dekzandlandschap is aangetroffen, in totaal zijn 124 karterende boringen gezet. In 8 residuen is antropogeen vuursteen aangetroffen, in 1 residu is een verkoolde hazelnootdop aangetroffen en in 4 residuen zijn verbrande botresten aangetroffen. In 1 boring zijn stukjes (niet antropogeen) natuursteen aanwezig (Tabel 20a/b). Rondom de boringen met primaire indicatoren (inclusief verbrand bot) zijn bij het waarderend booronderzoek (fase 3, 104 boringen) in twee residuen antropogeen vuursteen (waaronder een kerntafelstuk) en in 1 boring een stukje verkoolde hazelnootdop aangetroffen. In 1 boring is een klein brokje natuursteen aangetroffen

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in ieder residu aangetroffen, soms in zeer grote hoeveelheden. Het materiaal kan soms sterk gefragmenteerd zijn, maar grotere brokken komen ook voor (in residu 5074 zitten veel en grote brokken houtskool). Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen, een enkele keer in grote hoeveelheden (zeefresidu 2089). Verder zijn in diverse monsters fragmenten van verkoolde delen van vruchtkegels (dennenappels) van naaldbomen gevonden, waarschijnlijk van grove den (*Pinus sylvestris*) en spar (*Picea/Abies*). Ook is in 1 boring een verbrand zaadje van de gele lis aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, zijn de kernen van zeven vindplaatsen vastgesteld door middel van een zone van 10 meter rondom de primaire indicator te bepalen. ¹⁴C-dateringen van slechts twee van de zeven vindplaatsen (de overige vindplaatsen bevatten geen dateerbaar materiaal) hebben uitgewezen dat de deze in Vroeg-Mesolithicum en vanaf het Midden-Mesolithicum tot in het Vroeg Neolithicum dateren (zie Tabel 21). Van de overige vindplaatsen was geen dateerbaar materiaal beschikbaar. Opmerkelijk is dat de primaire indicatoren zich op de helling van een grote dekzandrug bevinden en niet zo zeer op de top ervan. Op deze dekzandrug (die pal naast een geul ligt), komen tevens de hoogste concentraties houtskool voor en hier bevinden zich ook op diverse plaatsen verkoolde schubben van dennenappels. Tenslotte dient vermeld te worden dat een vindplaats die eerder net ten noorden van kavel G is aangetroffen, zich voortzet op de hoge dekzandrug van kavel G.

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
2017	2	5H_106	1 splinter (2x2x1 mm)		
2018	2	5H_106	5 splinter (tussen 2x1x1 en 5x4x1 mm)		
2029	2	5H_106	1 splinter (3x1x1 mm)		
2039	2	5H_107	1 splinter (3x3x1 mm)		1 stukje verbrand bot (1-2 mm)
2056	2	5H_105	1 splinter (2x1x1 mm)		Zeer veel kleine en grotere stukken verbrand bot (ca. 1-5 mm)
2069	2	5H_104			Zeer veel kleine en grotere stukken verbrand bot (ca. 1-7 mm); verkoold zaadje gele lis
2078	2	5H_104	1 splinter (5x6x2 mm)	5x (3-4 mm)	
2089	2	5H_108			2 stukjes verbrand bot (ca. 3-4 mm)
2108	2	5H_103	1 splinter (9x4x4 mm); verbrand		
2110	2	5H_102	1 splinter (6x5x2 mm) en 1 afslagfragment (10x8x1 mm)		
5020	3	5H_106	1 splinter (7x4x2 mm)		

5061	3	5H_105		1x (ca. 12 mm)	
5074	3	5H_105	Kerntafelstuk (26x18x15 mm) en 5 splinters (tussen 3x2x1 en 9x5x1 mm); i.e. de vernieuwing van het productievlak; 3 splinters zijn zwaar verbrand		

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_102	313	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,84 m -NAP 3,40 m -MV	VST	In buffer vindplaats	Veel houtskool op gehele rug
5H_103	492	Hoge dekzandrug langs geultje; AEBC - podzol	7,86 m -NAP 3,40 m -MV	VST	In buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_104	1051	Hoge dekzandrug langs geultje; AEBC - podzol	7,75 m -NAP 3,30 m -MV	VST / HAZ / BOT	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_105	525	Hoge dekzandrug langs geultje; AEBC - podzol	7,71 m -NAP 3,30 m -MV	VST / HAZ / BOT	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_106	1485	Hoge dekzandrug langs geultje; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	7,69 m -NAP 3,20 m -MV	VST	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_107	361	Hoge dekzandrug ; AEBC - podzol	7,78 m -NAP 3,50 m -MV	VST / BOT	In kern vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug
5H_108	470	Hoge dekzandrug ; AEBC - podzol	7,62 m -NAP 3,15 m -MV	BOT	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen; veel houtskool op gehele rug

Tabel 20a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel G.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
2078	HAZ	5H_104	-775	Ua- 59731	8756 ± 38	9765	Vroeg-Mesolithicum
5061	HAZ	5H_105	-795	Ua- 59805	8057 ± 48	8921	Midden-Mesolithicum
5074	Verbrand bot	5H_105	-799	Ua- 59807	6037 ± 39	6883	Vroeg-Neolithicum

Tabel 21: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel G.

4.9 Kavel H fase 2-3 (tabel 22a/b, bijlage 4H)

Het karterend booronderzoek op kavel H is uitgevoerd in de delen waar tijdens het verkennend booronderzoek een intact dekzandlandschap is aangetroffen (218 boringen). In twee boringen is antropogeen vuursteen aangetroffen en in 3 boringen zijn stukjes verkoolde hazelnootdop aangetroffen. In 9 boringen zijn kleine fragmenten verbrand bot aangetroffen. Opvallend is dat in

relatief veel residuen kleine fragmenten verbrand bot zijn aangetroffen. Teneinde de aard hiervan nader te bepalen (wel of geen primaire indicator) is een deel van het materiaal opgestuurd voor ¹⁴C-dateringen. Het laboratorium liet echter weten dat de individuele stukjes te klein waren om te dateren. Op verzoek van Bevoegd Gezag is vervolgens een “bulk” datering van het verzamelde botmateriaal van diverse monsters uitgevoerd. De hieruit verkregen ouderdom (2380 ± 54 BP, zie Tabel 23) is echter niet representatief voor de ouderdom van de aangetroffen vindplaatsen.⁷² Het waarderend booronderzoek (fase 3, 201 boringen), is uitgevoerd rondom de boringen met primaire indicatoren (inclusief verbrand bot), bij het waarderend booronderzoek zijn in vier residuen stukjes vuursteen en in vier boringen verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen. In 1 boring is een stukje natuursteen aangetroffen. Een aanvullend waarderend booronderzoek (4 boringen) heeft geen aanvullende primaire indicatoren opgeleverd. Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in ieder residu aangetroffen, soms in zeer grote hoeveelheden. Het materiaal kan soms sterk gefragmenteerd zijn, maar grotere brokken komen ook voor. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. In verschillende monsters zijn verkoolde schubben van dennenappel gevonden (alleen in fase 3). Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren vuursteen en verkoolde hazelnootdop, aangevuld met enkele locaties met zeer veel houtskool nabij primaire indicatoren, zijn de kernen van negen vindplaatsen vastgesteld door middel van een zone van 10 meter rondom de primaire indicator te bepalen. Vindplaatsen 5H_50 en 5H_54 lopen echter buiten de kavelgrenzen door en zijn buiten de kavelgrenzen van H niet begrensd. ¹⁴C-dateringen hebben uitgewezen dat zes van de negen vindplaatsen vanaf het Vroeg-Mesolithicum tot in het vroeg Neolithicum dateren (zie Tabel 23). Van de overige vindplaatsen was geen dateerbaar materiaal beschikbaar. De aangetroffen vindplaatsen sluiten grotendeels aan bij eerder in dit deel van Oosterveld aangetroffen vindplaatsen.

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
2134	2	5H_54	Splinter (4x2x1 mm)		
2136	2	5H_50		1x 7-8 mm	Zeer veel kleine fragmenten verbrand bot (1-2 mm)
2155	2	5H_52		1x 5-6 mm	
2164	2	5H_54		1x 3-4 mm	
2339	2	5H_55	Potlid (8x6x1 mm); matig verbrand		
3796	3	5H_50	Splinter (4x2x1 mm)		
3819	3	5H_52	Splinter (3x2x1 mm)		
3823	3	5H_53		1x 7-8 mm	
3840	3	5H_51	Afslag (27x20x8 mm)		

⁷² Rond deze datering is het dekzandlandschap al geruime tijd verdronken.

3885	3	5H_57		1x 5-6 mm	
3897	3	5H_56	1 brokje (ca. 10 mm); Vermoedelijk antropogeen (lijkt deels bedekt met teer of pek)		
3908	3	5H_58		1x 5-6 mm	
3913	3	5H_58		1x 5-6 mm	

Vindplaats	Oppervlakte kern (m ²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_50	767	Flank dekzandrug; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	7,92 m -NAP 3,70 m -MV	VST / HAZ / BOT		Houtskool
5H_51	313	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,77 m -NAP 3,50 m -MV	VST		
5H_52	1297	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,62 m -NAP 3,43 m -MV	VST / HAZ	In kern vindplaats	Houtskool
5H_53	432	Flank dekzandrug; AEBC - podzol	8,11 m -NAP 3,95 m -MV	HAZ		Houtskool
5H_54	791	Flank dekzandrug; AEBC - podzol	7,96 m -NAP 3,70 m -MV	VST / HAZ		Houtskool
5H_55	313	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,43 m -NAP 3,20 m -MV	VST		
5H_56	362	Hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,93 m -NAP 3,61 m -MV	VST		Houtskool
5H_57	428	Middelhoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,82 m -NAP 3,49 m -MV	HAZ		Houtskool
5H_58	697	Middelhoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,83 m -NAP 3,52 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	Houtskool

Tabel 22a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel H.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
2136	HAZ	5H_50	-792	Ua- 59732	6285 ± 35	7219	Laat-Mesolithicum / Vroeg-Neolithicum
2155	HAZ	5H_52	-780	Ua- 59734	7299 ± 37	8107	Laat-Mesolithicum
2164	HAZ	5H_52	-794	Ua- 59735	7970 ± 38	8852	Midden-Mesolithicum
3823	HAZ	5H_53	-811	Ua- 59762	9154 ± 33	10316	Vroeg-Mesolithicum
2139	HAZ	5H_54	-796	Ua- 59733	6347 ± 34	7287	Laat-Mesolithicum
3885	HAZ	5H_57	-782	Ua- 59763	6206 ± 39	7107	Laat-Mesolithicum / Vroeg Neolithicum
3908	HAZ	5H_58	-801	Ua- 59764	7107 ± 34	7928	Laat-Mesolithicum
3913	HAZ	5H_58	-783	Ua- 59765	9076 ± 35	10234	Vroeg-Mesolithicum
meerdere	Verbrand bot	Bulkmonster van kavel H, materiaal uit meerdere boringen	variabel	Ua- 59806	2380 ± 54	2486	IJzertijd

Tabel 23: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel H.

4.10 Kavel I fase 2-3 (tabel 24a/b), bijlage 4I)

Kavel I maakt deel uit van een groot AMK-terrein (# 12424). Het terrein is na onderzoek in de jaren 90 van de 20^e eeuw aangeduid als een gebied met een hoge archeologische waarde, dat gedateerd is in de periode Mesolithicum-Neolithicum.⁷³ Recent onderzoek op een perceel grenzend aan kavel I heeft aangetoond dat ter plekke een vindplaats daterend in de periode Mesolithicum-Vroeg Neolithicum op een hoge dekzandrug aanwezig is (met de top op minder dan 1 meter onder maaiveld), bij het onderzoek is onder andere in 3 boringen neolithisch aardewerk aangetroffen en zijn in 33 boringen fragmenten vuursteen waargenomen.⁷⁴ De vindplaats is Eemgoed genaamd en onderhavig onderzoek heeft aangetoond dat de vindplaats doorloopt op kavel I.

Op kavel I is het karterend onderzoek uitgevoerd in de gebieden met een nagenoeg intact (of iets geërodeerd maar ondiep liggend) dekzandlandschap. In totaal zijn in fase 2 359 boringen uitgevoerd. Hierbij zijn in 22 boringen stukjes antropogeen vuursteen aangetroffen, waaronder enkele (fragmenten van) microklingen. In 10 boringen zijn verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen en drie boringen zijn stukjes natuursteen aangetroffen (Tabel 24a/b). Na het karterend booronderzoek is door het Bevoegd Gezag besloten dat de vindplaats die grenst aan Eemgoed, begrensd kon worden op basis van landschappelijke kenmerken. In de overige delen van Kavel I waar primaire indicatoren zijn aangetroffen is wel een waarderend booronderzoek uitgevoerd (fase 3, 261 boringen). Bij het waarderend booronderzoek zijn opnieuw veel stukjes vuursteen aangetroffen (in 17 residuen). In een aantal residuen is dit materiaal groter dan 1 cm. In 7 residuen zijn fragmenten verkoolde hazelnootdop aangetroffen, daarnaast zijn in 5 boringen fragmenten natuursteen aangetroffen.

Het aangetroffen antropogeen vuursteen betreft niet enkel splinters (< 1 cm), soms tot wel acht stuks per boring), maar ook enkele grote artefacten zoals afslagen en/of microklingen. Een kerfrest wijst zelfs op de productie van een microspits / microliet. Deze kerfsnedetechniek wordt in het Mesolithicum toegepast. Eén van de meest opmerkelijke vondsten is een proximale kerfrest in zeefresidu 5312 (8x7x3 mm). Het stuk is het bewijs dat er ter plekke een microspits / microliet moet zijn vervaardigd aangezien dit het afvalproduct daarvan is. Er is echter nog meer debitage-materiaal gevonden.

Ook bijzonder was de vondst van fragmenten aardewerk in twee residuen. In residu 5355 betreft het een stukje van 19x13x4 mm met kwartsverschraling en dat oxiderend is gebakken. In residu 6145 betreft het een stukje van 18x12x8 mm dat verschaald is met witte kwarts en veldspaat en dat reducerend is gebakken. Beide fragmenten zijn vermoedelijk neolithisch. De fragmentjes aardewerk wijzen duidelijk in de richting van een bewonings- dan wel gebruikszone (vermoedelijk Neolithicum).

⁷³ Van der Heijden en Van Eijk 1996.

⁷⁴ Nales 2019.

Een significant deel van de stukken vuursteen is verbrand, wat doet vermoeden dat haardplaatsen zijn aangeboord. Matige en met name zware verbrandingssporen ontstaan immers enkel als vuursteen in direct contact komt met vuur. Een kleine, geretoucheerde afslag duidt dan weer op het voorkomen van werktuigen en activiteitzones. Net als het fragmentje aardewerk wijst ook dit duidelijk in de richting van een bewonings- dan wel gebruikszone, bijvoorbeeld in de vorm van kampementen (Mesolithicum - Neolithicum). Meer nog, in zo goed als iedere zone zijn archeologische indicatoren aanwezig, wat doet vermoeden dat grote delen van kavel I (buiten het oerstroombdal van de Eem) bezaaid zijn met archeologische sporen, vondsten en vindplaatsen.

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in zo goed als ieder residu aangetroffen, soms in (zeer) grote hoeveelheden. Het materiaal kan tevens sterk gefragmenteerd zijn. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. In verschillende monsters van kavel I zijn verkoolde schubben van dennenappel gevonden. Hun aantal kan oplopen, zoals in residu 4357 waar zelfs een onrijp, verkoold dennenappeltje is gevonden. Tenslotte zijn in meerdere residuen botanische indicatoren aangetroffen, zoals verkoolde, onrijpe eikeltjes, een verkoold fragment parenchym, een verkoold wild graszaadje (*Poacea sp.*) en zelfs een verkoolde graankorrel. Deze laatste is niet volledig intact (hetgeen een goede determinatie heeft bemoeilijkt), maar het zou wel om een graansoort (*cereale*) gaan. Dit is de enige locatie in Oosterwold waar een mogelijke verkoolde graankorrel is aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen, antropogeen natuursteen, aardewerk en verkoolde hazelnootdop, aangevuld met enkele locaties met zeer veel houtskool nabij primaire indicatoren, zijn de kernen van de vindplaatsen vastgesteld door middel van een zone van 10 meter rondom de primaire indicator te bepalen. Een cluster van diverse kleine vindplaatsen ten zuiden van de geulvormige laagte is gecombineerd tot 1 grote vindplaats en begrenzing hiervan is mede gebaseerd op landschappelijke kenmerken (hoge dekzandrug grenzend aan het oerstroombdal van de Eem).

¹⁴C-dateringen van zeven van de tien vindplaatsen hebben uitgewezen dat deze in de lange periode vanaf het Vroeg-Mesolithicum tot het Vroeg Neolithicum dateren (zie Tabel 21). Met name de twee vroeg neolithische dateringen en de aanwezigheid van twee brokjes neolithisch aardewerk duiden op de vermoedelijke aanwezigheid van een Swifterbant vindplaats. Dit is bijzonder, aangezien het aantal vindplaatsen dat uit deze periode in Nederland is aangetroffen zeer beperkt is (o.a. Hoge Vaart, Hardinxveld en Bronneger).

Monster / boring	Fase	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
4164	2	5H_113		1x (3-4 mm)	
4244	2	5H_123	1 splinter (2x2x1 mm)		
4253	2	5H_123	Distaal einde afslag of microkling (5x8x2 mm)		
4256	2	5H_116		1x (3-4 mm)	
4262	2	5H_112		1x (3-4 mm)	
4270	2	5H_123			Brokje natuursteen (kwartsiet, 6x4x3 mm)
4279	2	5H_123	4 splinters (tussen 1x1x1 en 4x2x1 mm)		
4282	2	5H_123	8 splinters (tussen 2x1x1 en 5x10x2 mm / 8x4x1 mm)		
4301	2	5H_123	Mediaal fragmentje microkling (9x5x2 mm)		
4308	2	5H_123	1 splinter (8x4x1 mm)		
4320	2	5H_117	1 splinter (5x3x1 mm)		
4328	2	5H_123	1 splinter (2x2x1 mm)		
4332	2	5H_123		1x (5-6 mm)	
4364	2	5H_115	Potlid (10x9x2 mm); 1 splinter (3x5x1 mm); zwaar verbrand		
4365	2	5H_115	Afslag (19x15x6 mm) en 2 kleine splinters (2x1x1 mm); Het stuk vertoont retouches of beschadiging op de boord		
4377	2	5H_123	4 splinters (tussen 2x2x1 en 4x2x1 mm); 1 splinter zwaar verbrand		
4378	2	5H_123	3 splinters (tussen 2x2x1 en 3x3x1 mm)		
4390	2	5H_111		1x (3-4 mm)	
4392	2	5H_123		1x (3-4 mm)	
4394	2	5H_123	1 splinter (3x3x1 mm)		
4396	2	5H_123	Microkling (27x10x2 mm)		
4401	2	5H_114		1x (3-4 mm)	
4410	2	5H_110			3 stukjes schist of leisteen (tussen 3x2x1 mm en 5x2x1 mm)
4413	2	5H_110			3 fragmentjes natuursteen (kwartsachtig materiaal) (ca. 3x2x1 mm)
4422	2	5H_123	5 splinters (tussen 2x2x1 en 6x2x1 en 3x3x3 mm); 1 splinter matig verbrand		
4451	2		2 splinters (ca. 4x2x1 mm); 1 splinter matig verbrand		

4453	2	5H_109	1 splinter (6x8x2 mm)	1x (7x5x3 mm); Geen dop, maar stukje noot	
4459	2	5H_109	8 splinters (tussen 1x1x1 en 4x3x1 mm)	1x (7-8 mm)	
4460	2	5H_109		1x (3-4 mm)	
4480	2	5H_109	1 splinter (6x2x1 mm); Matig verbrand		
4481	2	5H_109	1 splinter (5x3x2 mm)		
4487	2	5H_109	3 splinters (tussen 4x3x1 en 7x5x1 mm) en een hoekig fragmentje (5x4x3 mm); 2 stukjes matig verbrand		
4489	2	5H_109	Afslagfragment (22x21x3 mm) en een mediaal microklingfragment (24x10x3 mm); Microkling heeft parallele boorden en twee parallele ribben		
5312	3	5H_109	Proximale kerfrest (8x7x3 mm)		
5321	3	5H_110	3 splinters (4x1x1 mm, 7x5x1 mm licht verbrand, 8x3x1 mm matig verbrand)		
5355	3	5H_113			Fragment aardewerk (19x13x4 mm), oxiderend gebakken met kwarts- verschralling; splinter natuursteen (4x3x1 mm)
5358	3	5H_113	1 splinter, matig verbrand (4x3x1 mm)		
5360	3	5H_113	1 splinter (9x3x2 mm)		
5365	3	5H_114		1x (7-8 mm)	
5369	3	5H_114	2 splinters (3x3x1, 4x5x2 mm)		
5372	3	5H_114			stukje mogelijk antropogeen natuursteen (kwartsietachtig materiaal, 5x4x3 mm)
5382	3	5H_115		1x (12 mm)	
5386	3	5H_115	Mediaal fragment microkling (9x8x2 mm) en 1 splinter (2x2x1 mm)		
5398	3	5H_117	Afslag of microklingfragment (11x12x2 mm)		
5400	3	5H_116		1x (3-4 mm)	
5996	3	5H_114	Splinter (3x2x1 mm)		
6005	3	5H_123		1x (12 mm)	
6019	3	5H_123	Splinter (5x3x2 mm); matig verbrand		
6031	3	5H_123		1x (3-4 mm)	
6083	3	5H_123		1x (3-4 mm)	
6086	3	5H_123			Stukje verbrand bot (5x1x1 mm)

6095	3	5H_123	Splinter (5x4x1 mm); Zwaar verbrand		
6103	3	5H_123	3 splinters (tussen 3x1x1 mm en 4x2x1 mm); 2 zwaar verbrand		
6104	3	5H_123	4 splinters (tussen 2x2x1 mm en 3x7x1 mm)		
6105	3	5H_123	Splinter (7x6x3 mm)		
6111	3	5H_123		1x (5-6 mm)	
6127	3	5H_123	matig verbrande afslag (10x10x1 mm) en een kleine geretoucheerde afslag (13x17x6 mm)		2 stukjes kwartsitische zandsteen (7x6x6 mm en 18x13x12 mm)
6141	3	5H_123	afslag (14x13x2 mm) en de twee splinters (4x5x1 mm en 5x6x1 mm)		
6142	3	5H_123			Diverse brokjes natuursteen (graniet, tussen 1x1x1 mm en 6x4x3 mm); brokken gebroken witte gangkwarts (tussen 7x2x2 mm en 13x11x6 mm); Brokken gebroken kwarts kunnen wijzen op de aanwezigheid van kwartsmagering, al dan niet voor de productie van aardewerk
6143	3	5H_123	distaal microkling-fragment (22x15x4 mm); Het stuk heeft twee parallelle boorden en een min of meer centrale, parallelle rib.		
6144	3	5H_123	afslag zwaar verbrand (11x9x2 mm), afslag fragment (11x7x2 mm) en splinter (5x3x1 mm)		2 kleine brokjes natuursteen, mogelijk graniet (3x2x1 mm en 6x4x3 mm)
6145	3	5H_123			Stukje aardewerk (18x12x8 mm), reducerend gebakken, verschaald met gebroken witte kwarts en veldspaat
6146	3	5H_123			Brokjes graniet en kwartsitische zandsteen (tussen 2x1x1 mm en 7x4x3 mm)

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_109 (Eemgoed)	12261	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AC - vaaggrond / ABC - podzol / C afgetopt	4,9-7,8 m- NAP 1,00 - 3,75 m -MV	VST / HAZ	In kern vindplaats	Houtskool en knappersteen

5H_110	576	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AC - vaaggrond	7,83 m -NAP 3,52 m -MV	VST	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen
5H_111	368	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol	7,20 m -NAP 3,05 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen
5H_112	313	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol	7,20 m -NAP 3,10 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	Knappersteen
5H_113	1107	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol	6,90, m -NAP 2,85 m -MV	VST / HAZ / AW	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen
5H_114	1286	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol	6,85 m -NAP 2,85 m -MV	VST / HAZ / NAT	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen
5H_115	1066	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol	6,66 m -NAP 2,70 m -MV	VST / HAZ	In kern vindplaats	Houtskool
5H_116	747	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	7,44 m -NAP 3,60 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	Houtskool
5H_117	544	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol	6,90 m -NAP 2,95 m -MV	VST	In kern en buffer vindplaats	Houtskool
5H_123	49353	Hoge dekzandrug langs Eemgeul; AC - vaaggrond / A(E)BC - podzol / C afgetopt	5,2-7,05 m -NAP 0,8 - 3,0 m -MV	VST / HAZ / NS / BOT / AW	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen

Tabel 24a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel I.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
4459	HAZ	Eemgoed	-783	Ua-61185	8115 ± 42	9065	Vroeg-Mesolithicum
4460	HAZ	Eemgoed	-500	Ua-61186	7406 ± 41	8252	Laat-Mesolithicum
4390	HAZ	5H_111	-720	Ua-61181	7904 ± 70	8762	Midden-Mesolithicum
4390	Pinus schubben	5H_111	-720	Ua-61182	7462 ± 42	8283	Laat-Mesolithicum
4262	HAZ	5H_112	-720	Ua-61177	7561 ± 41	8380	Laat-Mesolithicum
4164	HAZ	5H_113	-708	Ua-61174	6976 ± 41	7812	Laat-Mesolithicum
4164	Pinus schubben	5H_113	-708	Ua-61175	9342 ± 45	10574	Vroeg-Mesolithicum
4401	HAZ	5H_114	-724	Ua-61184	6781 ± 42	7633	Laat-Mesolithicum
5365	HAZ	5H_114	-715	Ua-61189	6724 ± 37	7597	Laat-Mesolithicum
5382	HAZ	5H_115	-725	Ua-61190	5749 ± 34	6561	Vroeg-Neolithicum
4256	HAZ	5H_116	-744	Ua-61176	8875 ± 52	10006	Vroeg-Mesolithicum
5400	HAZ	5H_116	-764	Ua-61191	8132 ± 38	9074	Vroeg-Mesolithicum
4332	HAZ	5H_123	-686	Ua-61178	6030 ± 38	6875	Vroeg-Neolithicum

4353	HAZ	5H_123	-739	Ua-61179	6147 ± 39	7063	Vroeg-Neolithicum
4353	Pinus schubben	5H_123	-739	Ua-61180	7901 ± 42	8758	Midden-Mesolithicum
4392	HAZ	5H_123	-764	Ua-61183	8135 ± 43	9081	Vroeg-Mesolithicum

Tabel 25: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel I.

4.11 Kavels J en K (tabel 26a-c, bijlage 4J)

Het karterend booronderzoek op kavel J is uitgevoerd als een 45% steekproef (in totaal 438 boringen). Op kavel K is alleen binnen de zones met een intact bodemprofiel een karterend booronderzoek uitgevoerd (122 boringen).

Bij het karterend booronderzoek op kavels J en K zijn in 4 residuen stukjes antropogeen vuursteen aangetroffen en in 14 boringen zijn fragmenten van verkoolde hazelnootdoppen aangetroffen (1 fragment bevindt zich echter in een vermoedelijk niet-intacte bodemcontext en is daarom niet als vindplaats aangeduid). Het aanvullende waarderend booronderzoek op kavel J (fase 3, 176 boringen) is uitgevoerd rondom de boringen met primaire indicatoren en heeft geresulteerd in 7 boringen met antropogeen vuursteen, 8 boringen met verkoolde hazelnootdoppen en 1 boring met verbrand bot (zie Tabel 26a/b). Het aanvullend waarderend booronderzoek op kavel K (fase 3, 21 boringen) is uitgevoerd rondom de twee boringen met verkoolde hazelnootdoppen. Deze fase van het onderzoek heeft geresulteerd in twee residuen met daarin een fragmentje verkoolde hazelnootdop.

Van de secundaire archeologische indicatoren is houtskool in zo goed als ieder residu aangetroffen, soms in (zeer) grote hoeveelheden. Het materiaal kan sterk gefragmenteerd zijn, hoewel in een paar residuen grotere brokstukken aanwezig zijn. Zeefresidu 6276 bestaat zelfs bijna uitsluitend uit houtskool. Knappersteen (*vitrified charcoal*) is in een deel van de residuen aangetroffen. In verschillende monsters zijn verkoolde schubben van dennenappel gevonden en er zijn ook enkele andere botanische indicatoren aangetroffen.

Op basis van de voorkomens van de harde indicatoren antropogeen vuursteen en verkoolde hazelnootdop, zijn op kavel J de kernen van veertien vindplaatsen en op kavel K de kernen van twee vindplaatsen vastgesteld door middel van een zone van 10 meter rondom de primaire indicator te bepalen. Een groot deel hiervan betreft kleine vindplaatsen. Alleen in het zuiden van kavel J bevindt zich langs de Eem geul een grotere vindplaats met meerdere boringen met indicatoren. Van de vindplaatsen op kavel J zijn geen dateringen beschikbaar. De dateringen van verkoolde hazelnootdoppen van de twee vindplaatsen van kavel K zijn opgenomen in tabel 26c.

Monster / boring	Fase	Kavel	Vindplaats	Vuursteen	Verkoolde hazelnootdop	Overig
5509	2	J	5H_122		1x (3-4 mm)	
5572	2	J	5H_136	1 splinter (9x11x2 mm)		
5577	2	J	5H_136		1x (1-2 mm)	
5584	2	J	5H_135	1 splinter (4x3x2 mm)		
5622	2	J	5H_134		1x (3-4 mm)	
5642	2	J	5H_132		1x (5-6 mm)	
5644	2	J	5H_133	1 splinter (5x3x1 mm); splinter is matig verbrand		
5732	2	J	5H_130		1x (3-4 mm)	
5737	2	J	5H_131		1x (3-4 mm)	
5768	2	J	5H_128	3 splinters (4x3x1 mm, 5x4x1 mm, 5x5x1 mm); afslagfragment (12x11x6 mm); Afslagfragment is zwaar verbrand		
5774	2	J	5H_129		1x (5-6 mm)	
5790	2	J	5H_127		1x (5-6 mm)	
5800	2	J	5H_126		1x (3-4 mm)	
5930	2	J	5H_125		1x (7-8 mm)	
5933	2	J	5H_124		1x (3-4 mm)	
6371	2	K	5H_141		1x (3-4 mm)	
6387	2	K	5H_142		1x (3-4 mm)	
6470	2	K	-		1x (3-4 mm)	Geen vindplaats (vermoedelijk geen intact bodemprofiel)
6161	3	J	5H_127		1x (3-4 mm)	Verkoolde zaadjes
6208	3	J	5H_136	1 splinter (3x2x1 mm)		3 stukjes verbrand bot (tussen 2 en 5 mm)
6209	3	J	5H_136	4 splinters: één licht verbrand (7x9x2 mm), 3 niet verbrand (tussen 3x5x1 mm en 8x5x2 mm)	1x (9-10 mm)	
6211	3	J	5H_136			Stukje wit, mogelijk gedraaid aardewerk (ca. 8-9 mm)
6212	3	J	5H_136	1 splinter (5x6x1 mm)	1x (9-10 mm)	
6213	3	J	5H_136	1 splinter (3x6x2 mm)	1x (5-6 mm)	
6217	3	J	5H_136	2 splinters (2x3x1 mm en 3x2x1 mm)		
6219	3	J	5H_136	1 splinter (3x3x1 mm)		
6222	3	J	5H_136	1 splinter (3x4x1 mm)		
6226	3	J	5H_135		1x (3-4 mm)	
6296	2	J	5H_130		1x (3-4 mm)	

6297	3	J	5H_130		1x (3-4 mm)	
6314	3	J	5H_129		1x (3-4 mm)	
6496	3	K	5H_142		1x (5-6 mm)	
6504	3	K	5H_141		1x (7-8 mm)	

Vindplaats	Oppervlakte kern (m²)	Landschap en bodem	Diepte	Primaire indicatoren	Pinus	Houtskool
5H_122	313	Middelhoge dekzandvlakte; AEBC - podzol	8,00 m -NAP 3,60 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	
5H_124	313	Middelhoge dekzandvlakte; AEBC - podzol	7,85 m -NAP 3,60 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	
5H_125	313	Middelhoge dekzandvlakte; AC - vaaggrond	7,82 m -NAP 3,74 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	
5H_126	313	Middelhoge dekzandvlakte; AC - vaaggrond	8,43 m -NAP 4,02 m -MV	HAZ		
5H_127	510	Middelhoge dekzandvlakte; AC - vaaggrond	7,45 m -NAP 3,55 m -MV	HAZ		
5H_128	427	Middelhoge dekzandvlakte; AEBC - podzol	7,54 m -NAP 3,82 m -MV	VST	In kern en buffer vindplaats	Houtskool en knappersteen
5H_129	512	Middelhoge dekzandvlakte; AC - vaaggrond	7,65 m -NAP 3,71 m -MV	HAZ	In kern en buffer vindplaats	
5H_130	655	Flank dekzandrug; AC - vaaggrond	7,97 m -NAP 3,66 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	
5H_131	313	Hoge dekzandvlakte; AC - vaaggrond	7,65 m -NAP 3,90 m -MV	HAZ	In buffer vindplaats	
5H_132	313	Hoge dekzandvlakte; AEBC - podzol	7,54 m -NAP 3,22 m -MV	HAZ		
5H_133	313	Hoge dekzandvlakte; AEBC - podzol	7,60 m -NAP 3,55 m -MV	VST	In kern vindplaats	
5H_134	313	Hoge dekzandvlakte; AEBC - podzol	7,37 m -NAP 3,54 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	
5H_135	501	Hoge zandrug langs Eemgeul; AEBC - podzol / AC - vaaggrond	7,04 m -NAP 3,33 m -MV	VST / HAZ	In kern en buffer vindplaats	
5H_136	2260	Hoge zandrug langs Eemgeul; AC - vaaggrond	7,24-8,58 m -NAP 3,43-4,69 m -MV	VST / HAZ / BOT	In kern vindplaats	Houtskool
5H_141	500	Noord-flank hoge dekzandrug; AEBC - podzol	7,5 m -NAP 4 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	Houtskool
5H_142	500	Hoge dekzandrug ten noorden van Eemgeul; AEBC - podzol	6,85-7,2 m -NAP 3,4-3,7 m -MV	HAZ	In kern vindplaats	

Tabel 26a/b: Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavels J en K.

Boring	Materiaal	Vindplaats	Diepte monster (cm - NAP)	Lab. #	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom in jaren BP	Archeologische Periode
6371	HAZ	5H_141	-752	Ua-63981	6242 ± 35	5214	Vroeg Neolithicum
6387	HAZ	5H_142	-701	Ua-63982	5389 ± 32	4264	Neolithicum
6496	HAZ	5H_142	-686	Ua-63983	5444 ± 32	4304	Neolithicum
6504	HAZ	5H_141	-753	Ua-63984	8057 ± 36	6975	Midden-Mesolithicum

Tabel 26c: ¹⁴C-dateringen vindplaatsen kavel K.

4.12 Conclusies karterend en waarderend booronderzoek

Bij de uitvoering van het karterende en waarderende booronderzoek op de verschillende kavels zijn op alle kavels bij elkaar in totaal 92 vindplaatsen aangetroffen. Vindplaatsen zijn begrensd op basis van harde indicatoren (antropogeen vuursteen, antropogeen natuursteen, verkoolde hazelnootdop, aardewerk en verbrand bot), landschappelijke kenmerken en de aanwezigheid van zeer hoge concentraties houtskool binnen een straal van 10 meter rondom harde indicatoren. Rondom de buitenste indicatoren is een zone van 10 meter vastgesteld, welke de kern van de vindplaats vormt. Volgens provinciale richtlijnen is rondom elke vindplaats vervolgens nog een bufferzone van 10 meter vastgesteld.

Primaire (harde) en secundaire indicatoren in Oosterwold

De indicatoren kunnen opgedeeld worden in harde of primaire indicatoren en secundaire indicatoren afhankelijk van hun zeggingskracht of informatiewaarde en hun voorkomen. Zo worden houtskool en knappersteen omschreven als secundaire indicator, en vuursteen en verkoolde hazelnootdop als primaire indicator. Ook aardewerk, verbrand bot, natuursteen en gebroken kwarts kunnen bij deze laatste groep gerekend worden. Toch hebben ze niet allemaal dezelfde zeggingskracht.

In de huidige werkwijze in Almere worden vindplaatsen opgespoord op basis van positieve boringen met tenminste één harde archeologische indicator. Dat kan bewerkt vuursteen zijn, prehistorisch aardewerk of verkoolde hazelnootdoppen, al dan niet in combinatie met elkaar. Deze systematiek is conform de Leidraad voor Karterend Booronderzoek de meest efficiënte wijze om de aanwezigheid van vindplaatsen aan te tonen. Vindplaatsen worden begrensd op basis van 'lege boringen' rondom 'rake boringen'. In de toegepaste werkwijze om vindplaatsen te begrenzen, liggen de boringen 10 meter uit elkaar. De informatiewaarde kan echter met behulp van boringen per definitie niet worden vastgesteld, omdat booronderzoek daarvoor niet de geëigende methode is. Het meetniveau in uitgevoerde manier van onderzoek is nominaal (aan-/afwezigheid van vindplaatsen).

Anders is het gesteld met natuursteen, gebroken kwarts of verbrand bot. Ook deze categorieën kunnen als primaire indicator beschouwd worden, maar hun intrusieve karakter is niet altijd eenvoudig te bepalen. Natuursteen wordt sinds de prehistorie gebruikt en kent een langere

gebruiksgeschiedenis dan vuursteen. Bovendien is ook het antropogene karakter moeilijker vast te stellen en is het bepalen van de ouderdom erg moeilijk. Zonder een ^{14}C -datering blijft de vraag ook open of zo'n geïsoleerd stukje verbrand bot van 2-3 mm als archeologische indicator geïnterpreteerd kan worden, of dat het intrusie is dat uit een overliggende laag mee naar boven is gehaald.

- Vuursteen: de grootste hoeveelheid vuursteen in één boring bevindt zich op kavel A (65 stuks), normaal loopt het aantal echter niet hoger op dan 11 stuks, terwijl kavel D de enige zone is waar niet met zekerheid antropogeen vuursteen is aangetroffen. Op kavels C en I komen de meeste boringen voor die antropogeen vuursteen hebben opgeleverd (respectievelijk 25 en 39 boringen). De vondsten zijn meestal splinters (artefacten < 1 cm), maar in een aantal residuen is dit materiaal groter dan 1 cm. Zo zijn niet alleen afslagen, microklingen of fragmenten daarvan aangetroffen, ook een kerntafelstuk ter vernieuwing van het productievlak is aan het licht gekomen (kavel G). Al deze stukken wijzen erop dat er vuursteen ter plekke bewerkt is. Meer nog, één van de meest opmerkelijke vondsten is een microliet of microspits (een driehoekig steil geretoucheerd microklingetje, kavel E). Dit werktuig is kenmerkend voor het Mesolithicum. Microspitsen worden meestal gebruikt als pijlpunt, hoewel ze ook voor andere activiteiten kunnen worden aangewend.⁷⁵ Bovendien is er een proximale kerfrest opgeboord (kavel I). Dit stuk is het bewijs dat microspitsen ter plekke vervaardigd zijn, aangezien dit het afvalproduct daarvan is. Nog meer werktuigen komen voor, namelijk een geretoucheerde afslag (kavel I) en een afslagfragment met mogelijke gebruiksretouches en glans op de boord (kavel I). Als laatste dient het vermeld te worden dat een deel van het materiaal sporen van verbranding vertoont, wat aangeeft dat het in (direct) contact gestaan heeft met vuur, bijvoorbeeld een oppervlaktehaard. Alles wijst erop dat het aanwezige vuursteen duidt op steentijdvindplaatsen of kampementen danwel gebruik- of activiteitzones die in de bodem aanwezig zijn.
- Verkoolde hazelnootdoppen: de aangetroffen stukken zijn niet zo groot, gaande van ca. 3-4 mm en 5-6 mm tot ca. 7-8 mm. Enkel in een paar uitzonderlijke gevallen kan het fragment tot 12 mm groot zijn. Het aantal verkoolde hazelnootdoppen is meestal beperkt tot 1-3 stuks, maar kan oplopen tot 30-45 stuks (kavel C, E en F). Meer opmerkelijk is dat er op kavel I zelfs een fragment van een verkoolde hazelnoot is aangetroffen (7x5x3 mm).
- Aardewerk: aardewerk als primaire indicator is alleen aangetroffen op kavel I, het betreft twee stukjes kwartsverschaald aardewerk (18x12x8 mm en 19x13x4 mm). In beide gevallen betreft het een duidelijke archeologische indicator voor het (vroeg) Neolithicum. Een enkele keer is in een residu een (zeer) klein fragmentje materiaal aangetroffen dat roodgekleurd aardewerk of baksteen kan zijn (ca. 2-5 mm). Het zijn de beperkte afmetingen die een goede determinatie in

⁷⁵ Müller et. al. in prep.

de weg staan. Toch is het zeker dat dit jonger, intrusief materiaal is dat uit een overliggende laag mee is opgeboord. Ook het stukje wit, mogelijk gedraaid aardewerk (ca. 8-9 mm) op kavel J wordt als “recent” beschouwd.⁷⁶

- Verbrand bot: op alle kavels behalve A en B/C zijn stukjes verbrand bot aangetroffen, met de meeste stuks op kavels G en H. Vaak gaat het om (zeer) kleine, geïsoleerde fragmentjes (ca. 2-5 mm). In enkele gevallen zijn de stukjes bot iets groter (ca. 10-15 mm).
- Natuursteen: van het natuursteen dat op de verschillende kavels aanwezig is (alle kavels behalve B en D) is het niet altijd eenvoudig te zeggen of dit antropogeen van karakter is of niet. Bovendien wordt natuursteen ook in jongere perioden gebruikt waardoor het soms moeilijk is vast te stellen of de stukken als archeologische indicator geïnterpreteerd moeten worden en voor welke periode dit dan is.
- Gebroken kwarts: enkel de brokjes gebroken witte kwarts op kavel I (tussen 7x2x2 mm en 13x11x6 mm) worden als duidelijk antropogeen beschouwd. Ze kunnen wijzen op de aanwezigheid van kwartsmagering, al dan niet voor de productie van aardewerk, zeker in combinatie met de andere vondsten op kavel I. Het blijkt immers dat de vondsten op dat kavel doorgaans een jongere datering hebben (vroeg Neolithicum) en hoger liggen in het landschap dan de andere kavels waar de vindplaatsen doorgaans in het Mesolithicum zijn gedateerd.
- Houtskool: in zo goed als ieder residu aangetroffen. Meestal gaat het om (sterk) gefragmenteerd materiaal, zelden om grotere stukken (ca. 8-15 mm). Soms kan houtskool in grotere hoeveelheden voorkomen, in zeldzame gevallen is het in zeer grote aantallen aangetroffen worden (ca. 1000 – 3000 stuks, ca. 30 zeefresiduen, zie Tabel 27). Toch komen deze zeer houtskoolrijke monsters op ieder kavel voor, met de grootste hoeveelheid op kavels F en G (respectievelijk acht en zes boringen).

Monster/Boring	Fase	Kavel	Geschatte hoeveelheid houtskool (stuks)
3573	2	A	1100
3520	2	A	1140
4810	3	B	1500
3445	2	C	1000
3161	2	C	1000
4755	3	C	1500
4727	3	C	1800
5229	2	D	2000

⁷⁶ Ook de drie stukjes mogelijk aardewerk, klei of verbrande leem zijn niet beschouwd als archeologische indicator (kavel H).

2471	2	E	1000
5976	4	E	1000
2770	2	F	1000
2794	2	F	1000
2763	2	F	1000
2774	2	F	1500
4831	3	F	1500
4857	3	F	1500
4892	3	F	1750
2814	2	F	3000
5102	3	G	1000
5043	3	G	1270
5094	3	G	1800
5074	3	G	1850
2058	2	G	2000
5037	3	G	2300
3800	3	H	1500
4254	2	I	1000
6019	3	I	1200
6007	3	I	1300
4464	2	I	1500
6276	3	J	1500
6496	3	K	2500

Tabel 27: Overzicht boringen met extreem veel houtskool (1000 stuks of meer).

- Verkoolde dennenappelschubben: in verschillende zeefresiduen zijn verkoolde schubben van dennenappel gevonden. De hoeveelheden zijn meestal beperkt. Het zijn vooral de puntige delen, waarmee de schub vastzat aan de kegel, die duidelijk herkenbaar zijn. In de monsters van het karterend onderzoek (fase 2) van kavels E en H zijn de verkoolde dennenappelschubben nog niet herkend.⁷⁷ Vanaf fase 2 op kavel F zijn ze voor het eerst herkend en het is naar aanleiding van de opgraving te Soest-Staringlaan⁷⁸, en het daarmee gepaard gaande voortschrijdend inzicht, dat de aandacht voor verkoolde dennenappelschubben vanaf het eerste moment van herkenning is verscherpt. Uit het recent onderzoek te Soest blijkt dat dennenappels tijdens het Mesolithicum niet enkel gebruikt werden als brandstof en/of aanmaakmateriaal maar dat de consumptie van

⁷⁷ Boringen 2124-2641.

⁷⁸ Woltinge et. al. in prep.

dennenpitten ook in acht genomen moet worden. Verkoolde dennenappelschubben werden namelijk in haard- en andere kuilen gevonden samen met verscheidene consumptiegewassen.

Het dient tevens vermeld te worden dat de dateringsdiscrepanties die zijn vastgesteld in de opgraving te Soest tussen verkoolde hazelnootdoppen en verkoolde dennenappelschubben ook in dit onderzoek zijn geobserveerd. Te Soest is het namelijk voorgekomen dat een datering op enerzijds hazelnootdoppen en anderzijds dennenappelschubben uit eenzelfde opgravingsvak van 50x50x5 cm een uiteenlopende ouderdom opleverde. Hierbij valt het op dat het niet steeds dezelfde materie is die de oudste datering geeft. Ook in dit onderzoek te Almere komt deze discrepantie voor.

- Botanische resten: op alle kavels behalve op kavel H zijn naast verkoolde dennenappelschubben ook nog andere, bijzondere verkoolde zaden en plantenresten in de residuen gevonden (zie Tabel 28). Het betreft (eetbare) wilde planten zoals verkoolde zaden van gele lis (*Iris pseudacorus*) en wilde grassen (*Poacea sp.*), maar ook kleine stukjes verkoold rizoom, parenchym of knopjes en zelfs een verkoolde graankorrel (*cereale*) op kavel I. Sommige van deze resten maken deel uit van het paleolithische en mesolithische dieet of worden elders in mesolithische contexten aangetroffen (Bergschenhoek, Polderweg, Hazendonk).⁷⁹ Echter, evenals met de hierboven genoemde dennenappelschubben is niet met volledige zekerheid vast te stellen dat de botanische resten als een directe indicator voor menselijke aanwezigheid of menselijke activiteiten kunnen worden beschouwd. Hier geldt dus ook het probleem van de inschatting van de zeggingskracht van de gegevens en het gebrek aan referentiemateriaal. Mogelijk kan een vergelijkende studie tussen de aard en inhoud van zeefresiduen uit boringen met bijvoorbeeld botanische monsters uit sporen van opgravingen in meer duidelijkheid verschaffen over de waarde en archeologische informatie van (verkoolde) botanische resten.

Monster/Boring	Fase	Kavel	Botanische resten
3710	2	A	Verkoolde zaden van gele lis (<i>Iris pseudacorus</i>) ⁸⁰
3727	2	B	Verkoold wild graszaadje
3011	2	C	Fragment van een zaadje van de familie van de grote graszaden (<i>Poaceae</i>)
3240	2	C	Zaadje wild gras (<i>Poaceae</i>)
3251	2	C	Zaadje wild gras (<i>Poaceae</i>)
3359	2	C	Mogelijk verkoold appelpitje

⁷⁹ Out 2009, 331-380.

⁸⁰ Dergelijke resten worden vaak in mesolithische contexten aangetroffen: zie o.a. Bergschenhoek, Polderweg, Hazendonk; Out 2009, 331-380.

3369	2	C	Fragmenten knolletje van speenkruid (<i>Ranunculus ficaria</i>)
3441	2	C	Zaadje wild gras (<i>Poaceae</i>)
5226	2	D	Verkoolde zaden gele lis
4103	3	E	Verkoold zaadje gele lis
4106	3	E	Verkoold dopje eikel
2805	2	F	Verbrand zaadje wilde grassoort
2069	2	G	Verkoold zaadje gele lis
4140	2	I	Verkoold fragment parenchym
4184	2	I	Verkoold, onrijp eikeltje
4314	2	I	Verkoold, onrijp eikeltje
4423	2	I	Verkoold wild graszaadje, verkoolde graankorrel (mogelijk <i>cereale</i>)
5682	2	J	Verkoolde zaadjes
5938	2	J	Verkoolde zaadjes
6161	3	J	Verkoolde zaadjes

Tabel 28: Overzicht botanische resten uit zeefresiduen.

4.13 Waardering van de aangetroffen vindplaatsen

Op basis van het uitgevoerde onderzoek kan voor alle aangetroffen vindplaatsen een algemeen waardering worden opgesteld (een catalogus met een vindplaats-specifieke waardering is opgenomen in Bijlage 6).

Waarderingscriteria	Score	Onderbouwing
Fysieke kwaliteit: Conservering	-	Informatie omtrent de conservering is gebaseerd op aannames, de in Almere Oosterveld toegepaste onderzoeksmethode maakt een KNA conforme beoordeling van de conservering niet mogelijk. De aanwezigheid van primaire indicatoren als vuursteen wijst er op dat anorganische resten op de vindplaatsen bewaard zullen zijn gebleven. De vindplaatsen bevinden zich onder de grondwaterspiegel. Overige informatie over conservering ontbreekt, waardoor er geen score kan worden gegeven op basis van de huidige gegevens.
Fysieke kwaliteit: Gaafheid	3	Het bodemprofiel op de vindplaatsen is veelal intact en er zijn vrijwel overal (veld)podzolbodems en/of vaaggronden aanwezig. Op een enkele vindplaatsen zijn ook delen met een niet geheel intact bodemprofiel aangetroffen, dit betreft met name de grote vindplaatsen op kavel I. In de bufferzones rondom de vindplaatsen komen zowel intacte podzolbodems als intacte vaaggronden voor.
Totaal score fysieke kwaliteit	3	
Inhoudelijke kwaliteit: Zeldzaamheidswaarde	-	Niet onderzocht, het type vindplaats is onbekend.
Inhoudelijke kwaliteit: Informatiewaarde	-	De datering van de meeste vindplaatsen is op basis van uitgevoerd ¹⁴ C-dateringsonderzoek (van verkoolde hazelnootdoppen en verkoolde dennenappelschubben) mesolithisch, waarbij opvalt dat

		vindplaatsen uit het midden mesolithicum grotendeels ontbreken. Op kavel I zijn aanwijzingen aanwezig voor Vroeg Neolithische bewoning en vindplaats 5H_142 op kavel K heeft zelfs een Midden-Neolithische datering. Hoewel de meeste vindplaatsen gedateerd zijn, is er echter niet onderzocht om welk type vindplaatsen het gaat en door de uitgevoerde manier van onderzoek kan er dan ook geen score aan de informatiewaarde worden toegekend.
Inhoudelijke kwaliteit: Ensemblewaarde	3	De vindplaatsen bevindt zich in een vrijwel ongeschonden en intacte context. De vindplaatsen kunnen bestudeerd worden in relatie tot andere steentijdvindplaatsen in de nabijheid, met name wat betreft landschappelijke ligging en context.
Inhoudelijke kwaliteit: Representativiteit	-	Door de manier van uitgevoerd onderzoek (geen gravende prospectie) kan hier geen score aan worden toegekend.
Totaal score inhoudelijke kwaliteit	3	
Fysieke kwaliteit: Conservering	-	Informatie omtrent de conservering is gebaseerd op aannames, de in Almere Oosterveld toegepaste onderzoeksmethode maakt een KNA conforme beoordeling van de conservering niet mogelijk. De aanwezigheid van primaire indicatoren als vuursteen wijst er op dat anorganische resten op de vindplaatsen bewaard zullen zijn gebleven. De vindplaatsen bevinden zich onder de grondwater-spiegel. Overige informatie over conservering ontbreekt, waardoor er geen score kan worden gegeven op basis van de huidige gegevens.

Conclusie: de bij onderhavig onderzoek aangetroffen vindplaatsen zijn op grond van de waarderingscriteria van de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA), de provinciale Beleidsregel Archeologie en Ruimtelijke Ordening 2008 en het archeologiebeleid van de gemeente Almere, **behoudenswaardig**.

5 Ruimtelijke analyses en dateringen van de vindplaatsen

5.1 Inleiding

Het paleoreliëf van het pleistocene oppervlak heeft een belangrijke rol gespeeld in de locatiekeuze van de prehistorische mens. Op basis van een groot aantal archeologische onderzoeken bevinden de meest aantrekkelijke locaties zich op de “kopjes” in dat landschap. In een eenvoudige landschappelijke benadering neemt het oppervlak van de kopjes af in de loop van de tijd door de stijgende zeespiegel en daarmee het stijgende grondwater. Dit concept werkt prima wanneer een klein gebiedje wordt beschouwd zoals in het verleden het onderzoek rondom de Hazendonk⁸¹ en de donken van Polderweg en De Bruin.⁸² Wanneer een groter gebied wordt bekeken moet echter ook rekening worden gehouden met de natuurlijke helling van het landschap. Daarbij spelen drie factoren een rol: de neotektoniek, hydrologie en geomorfologie in relatie tot de helling van het natuurlijke landschap.

Voor de prospectie van steentijdvindplaatsen in afgedekte dekzandlandschappen, is het van belang inzicht te verkrijgen in de ruimtelijke spreiding van vindplaatsen en archeologische indicatoren in relatie tot gradiënten in het landschap. Hiertoe zijn binnen onderhavig project twee methoden toegepast om hier inzicht in te krijgen: de eerste methode betreft het uitvoeren van een landvormclassificatie door middel van een *Topographic Position Index*, de tweede methode is gericht op het verkrijgen van inzicht in relatieve hoogteverschillen door middel van het onthellen (zie paragraaf 5.3) van het begraven dekzandlandschap.

5.2 Ruimtelijke analyse met behulp van een Topographic Position Index

Het concept van de Topographic Position Index (TPI) is bedoeld om een landschap in verschillende morfologische eenheden (landschappelijke gradiënten) te classificeren.⁸³ TPI meet voor elke gridcel in een rasterbestand of de hoogte (*elevation*) van de betreffende gridcel hoger (positieve waarde) of lager (negatieve waarde) is dan de gemiddelde hoogte van de omringende gridcellen.⁸⁴

Hiertoe zijn aan de hand van de rasterbestanden van het dekzandoppervlak (zie HS 3) in QGIS met het SAGA-algoritme voor TPI per kavel TPI-berekeningen uitgevoerd. Aan de hand van enkele eerder uitgevoerde studies is vervolgens een landvormclassificatie gemaakt aan de hand van de TPI-waarden, hierbij representeren de hoogste (positieve) TPI waarden ruggen in het landschap en zijn

⁸¹ Louwe Kooijmans 1974; Van der Woude 1983.

⁸² resp. Louwe Kooijmans (red.) 2001a; Louwe Kooijmans (red.) 2001b.

⁸³ Weiss 2001.

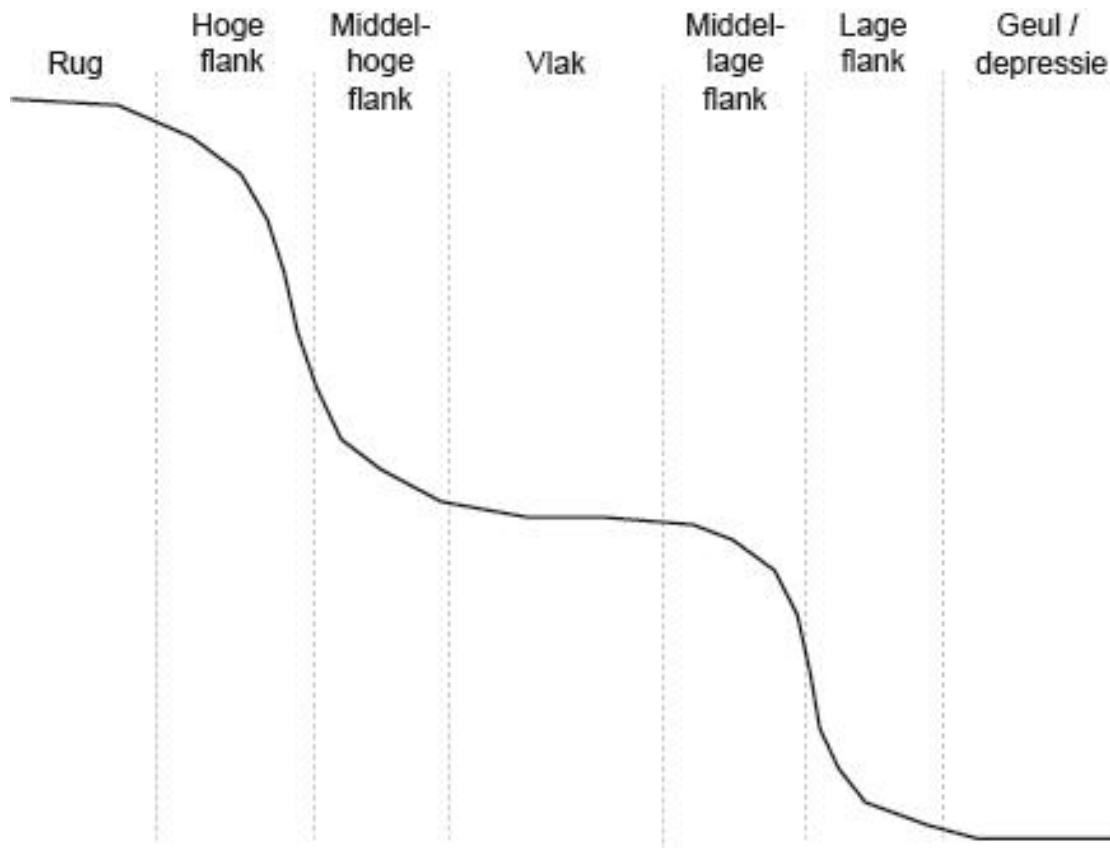
⁸⁴ cf. Gallant & Wilson 2000.

de laagste negatieve TPI-waarden geulen of depressies (zie Afb. 7).⁸⁵ De landvormclassificaties zijn per kavel in kaartvorm weergegeven, in combinatie met de vindplaatsen, houtskoolconcentraties (stuks per boring en stuks per gram residu) en primaire indicatoren. Deze kaarten zijn in Bijlage 7 weergegeven en de hieronder is in tabelvorm per kavel weergegeven in welke landschapsvorm (landschappelijke gradiënt) de vindplaatsen, houtskoolconcentraties en indicatoren zijn aangetroffen.

Bij de toepassing van de TPI binnen onderhavig project is het van belang om te vermelden dat methode is gebruikt als een *tool* en niet zozeer als een statistische analysemethode van het landschap. Bij het gebruik van de TPI zijn namelijk enkele kanttekeningen te maken:

- Om de hoogte-afwijking van elke gridcel ten opzichte van omringende gridcellen te bepalen dient handmatig een straal te worden opgegeven waarin het GIS-programma de afwijking bepaalt. Binnen onderhavig onderzoek zijn stralen van 50, 100 en 200 meter toegepast. Een straal van 50 meter resulteert in zeer kleine morfogenetische eenheden, waarbij het de vraag is of dit nog realistische eenheden zijn. Bij gebruik van een straal van 200 meter lijken de eenheden juist te groot te worden. Daarom is gekozen voor een straal van 100 meter te gebruiken bij het bepalen van de TPI en de daarop volgende landschapsclassificatie.
- De basisbestanden waarop de TPI-berekeningen zijn gebaseerd kennen een verschillende dichtheid aan waarnemingspunten (dit zijn de verschillende grids voor verkennend, karterend en waarderend booronderzoek). Met name aan de hand van het 10 meter grid kunnen microreliëfverschillen in kaart worden gebracht, dit is echter slechts ten dele in Oostervold uitgevoerd en dit grid is daarmee niet representatief voor het hele gebied. Zoals hierboven is aangegeven, is bij de TPI-berekeningen een straal van 100 meter gehanteerd, deze is groter dan de 40 meter boorgrid van de verkennende boringen. Hier kan dus mogelijk een discrepantie ontstaan, maar een statistische analyse van deze discrepantie en/of de mogelijke effecten hiervan op het inzicht in de ruimtelijke spreiding van indicatoren valt buiten onderhavig onderzoek.

⁸⁵ De Reu et al. 2013 en Van den Biggelaar et al. 2016.



Afbeelding 7: Schematische doorsnede van het Oosterveld dekzandlandschap met morfologische eenheden welke zijn afgeleid van de TPI-berekeningen. Op de verticale as staat de relatieve hoogte weergegeven, waarbij de morfologische eenheid "vlak" als nul-waarde kan worden gezien.

Op basis van de TPI-kaarten (Bijlage 7) en het overzicht in Tabel 29 kunnen wat betreft de ruimtelijke spreiding van de primaire indicatoren en houtskool de volgende conclusies worden getrokken:

- Vuursteen is vooral aangetroffen op de middelhoge en hoge flanken en de ruggen in het landschap;
- Verkoolde hazelhootdoppen komen naast de hogere flanken en ruggen, ook meer in de overgangen naar geulen/depressies voor, de landschappelijke spreiding is groter dan die van vuursteen.
- De andere aangetroffen primaire indicatoren komen met name op de middelhoge en hoge flanken voor, de aangetroffen hoeveelheden zijn echter dermate klein dat hier wellicht geen conclusies aan verbonden kunnen worden;
- Houtskoolconcentraties kennen een nog sterkere landschappelijke spreiding, ook op de middellage flanken is regelmatig houtskool aanwezig. Op kavels B, E, G, H en J komen de concentraties goed overeen met primaire indicatoren. Houtskoolconcentraties komen veelal

overeen met vindplaatsen, maar ook buiten vindplaatsen zijn regelmatig houtskoolconcentraties aangetroffen.

- Opvallend is dat op kavel J een deel van de indicatoren en houtskool in een depressie valt. Deze depressie betreft de Eem-geul, mogelijk is het TPI-beeld hier iets vertekend vanwege de scherpe overgang van de geul naar de hoge zandrug.

Kavel	Vuursteen	Verkoolde hazelnoot dop	Natuursteen	Aardewerk	Verbrand bot	Houtskool (> 100 stuks per boring)	Houtskool (> 50 stuks per gram residu)
A	Middelhoge flank tot rug	Middelhoge flank tot rug	-	-	-	Middellage flank tot hoge flank	Middellage flank tot rug
B	Middelhoge tot hoge flank	Middelhoge tot hoge flank	-	-	-	Middelhoge tot hoge flank	Middelhoge tot hoge flank
C	Hoge flank en rug	Middellage flank tot rug	-	-	Middelhoge flank tot rug	Middellage flank tot rug	Middellage tot hoge flank
D	Middellage flank	Middellage tot middelhoge flank	-	-	Middelhoge flank	Middellage flank tot rug	Middellage flank tot rug
E	Middelhoge flank tot rug	Hoge flank en rug	Hoge flank	-	Hoge flank	Middelhoge flank tot rug	Hoge flank en rug
F	Hoge flank en rug	Middellage flank tot rug	-	-	-	Middellage flank tot rug	Middelhoge flank tot rug
G	Middelhoge en hoge flank	Hoge flank	-	-	Middelhoge flank	Middelhoge flank tot rug	Middelhoge flank tot rug
H	Middellage flank tot rug	Middellage flank tot rug	-	-	-	Middellage flank tot rug	Middellage flank tot rug
I	Hoge flank en rug	Middellage flank tot hoge flank	Hoge flank en rug	Hoge flank	Middelhoge flank	Vlak tot rug	Middelhoge flank tot rug
J	Geul / depressie tot hoge rug	Geul / depressie tot hoge rug	-	-	-	Middellage flank tot rug	Geul / depressie tot hoge rug
K	-	Rug en hoge flank	-	-	-	Middelhoge flank	Middelhoge flank

Tabel 29: Overzicht ruimtelijke analyse primaire indicatoren en houtskool per kavel: per kavel is aangegeven in welke met de TPI onderscheiden morfologische eenheid (landschappelijke gradiënt) het merendeel van aangegeven categorieën is aangetroffen.

5.3 Ruimtelijke analyse met behulp van een ontheld digitaal hoogtemodel

De huidige helling van het landschap is niet gelijk aan de helling van het landschap in het verleden. Voor sommige gebieden in Nederland is de exacte verandering van deze helling bekend. Onder andere in het project “Hoogwatergeul Lomm” is gebruik gemaakt van dit gegeven om begrip te krijgen van het verschil in verspreiding van paleolithische en mesolithische vondsten ten opzichte van vindplaatsen uit IJzertijd en Romeinse tijd. In de studie Archeologie in Vogelvlucht wordt dit principe

toegelicht.⁸⁶ Door het paleo-oppervlak te corrigeren voor de bekende kanteling van het terrein als gevolg van neotektoniek, is het mogelijk inzicht te krijgen in de oorspronkelijke hoogteverschillen.

Niet alleen deze tektonische beweging speelt een rol, maar ook de hydrologie en geomorfologie in relatie tot de natuurlijke helling van het landschap zijn van belang. In een groter gebied met een natuurlijke helling is het verschil tussen hoog en laag in absolute termen verschillend, maar in relatieve termen min of meer gelijk. Dit principe is eerder uitgewerkt voor het in kaart brengen van vindplaatsen uit de Late Bronstijd op kleine relatieve hoogtes in het rivierengebied.⁸⁷ Voor het opsporen van deze geringe relatieve hoogteverschillen zijn twee benaderingen ontwikkeld.

In de eerste benadering worden van een puntenwolk twee beelden gemaakt. Het eerste beeld wordt gemaakt met een grote zoekstraal en relatief grote gridcellen. Vervolgens wordt de centrumwaarde van de gridcel gebruikt om een beeld te maken met kleine gridcellen. Op deze manier ontstaat een landschapsbeeld waarin alleen de grote landschapseenheden in kaart worden gebracht. Een tweede beeld wordt gemaakt met een kleine zoekstraal en kleine gridcellen, waarmee naast de grote landschapseenheden ook de kleine landschapseenheden zichtbaar worden gemaakt. Vervolgens wordt het eerste beeld afgetrokken van het tweede beeld, waardoor alleen de kleine relatieve reliëfverschillen zichtbaar zijn.

In de tweede benadering worden enkele regressielijnen door het landschap getrokken en op basis van de regressielijn een kunstmatig vlak gecreëerd dat de natuurlijke helling van het gebied benadert. Daarnaast wordt, net als bij de eerste benadering, een tweede beeld gemaakt met een kleine zoekstraal en een kleine gridcellen. Vervolgens wordt het kunstmatige vlak afgetrokken van het tweede beeld waardoor alleen de kleine relatieve reliëfverschillen overblijven. Van Dinter (2017) laat in haar studie van de westelijke limes zien dat het verschil tussen oever, kom, crevasse en riviergeul hetzelfde is in het oostelijk deel van haar onderzoeksgebied als in het westelijk deel van haar onderzoeksgebied. Echter, het absolute hoogteverschil bedraagt enkele meters. Van Dinter (2017) corrigeerde het hoogtebestand met beide methoden. De methode met de regressielijn is echter veel sneller en levert een nagenoeg gelijkwaardig eindresultaat.

In onderhavig onderzoek, is naast de hiervoor gepresenteerde TPI-methode voor een ruimtelijke analyse, ook met behulp van een regressielijn een correctie van het hoogtebestand van Oosterwold uitgevoerd. Hiervoor is gebruik gemaakt van het programma MAPINFO en het databestand van de NAP hoogtes van de top van het dekzand van alle uitgevoerde boringen, aangevuld met eerder uitgevoerde boringen en sonderingen uit andere projecten.⁸⁸ Voor het onderzoeksgebied Oosterwold is sprake van een natuurlijke helling in het landschap met een zuidzuidoost-noordnoordwest oriëntatie. Deze hellingsrichting is ook goed zichtbaar op de geologische kaart van zuidelijk

⁸⁶ Waldus & Van der Velde (red.) 2006.

⁸⁷ Van Zijverden *et al.* 2009.

⁸⁸ Beschikbaar gesteld door Bevoegd Gezag.

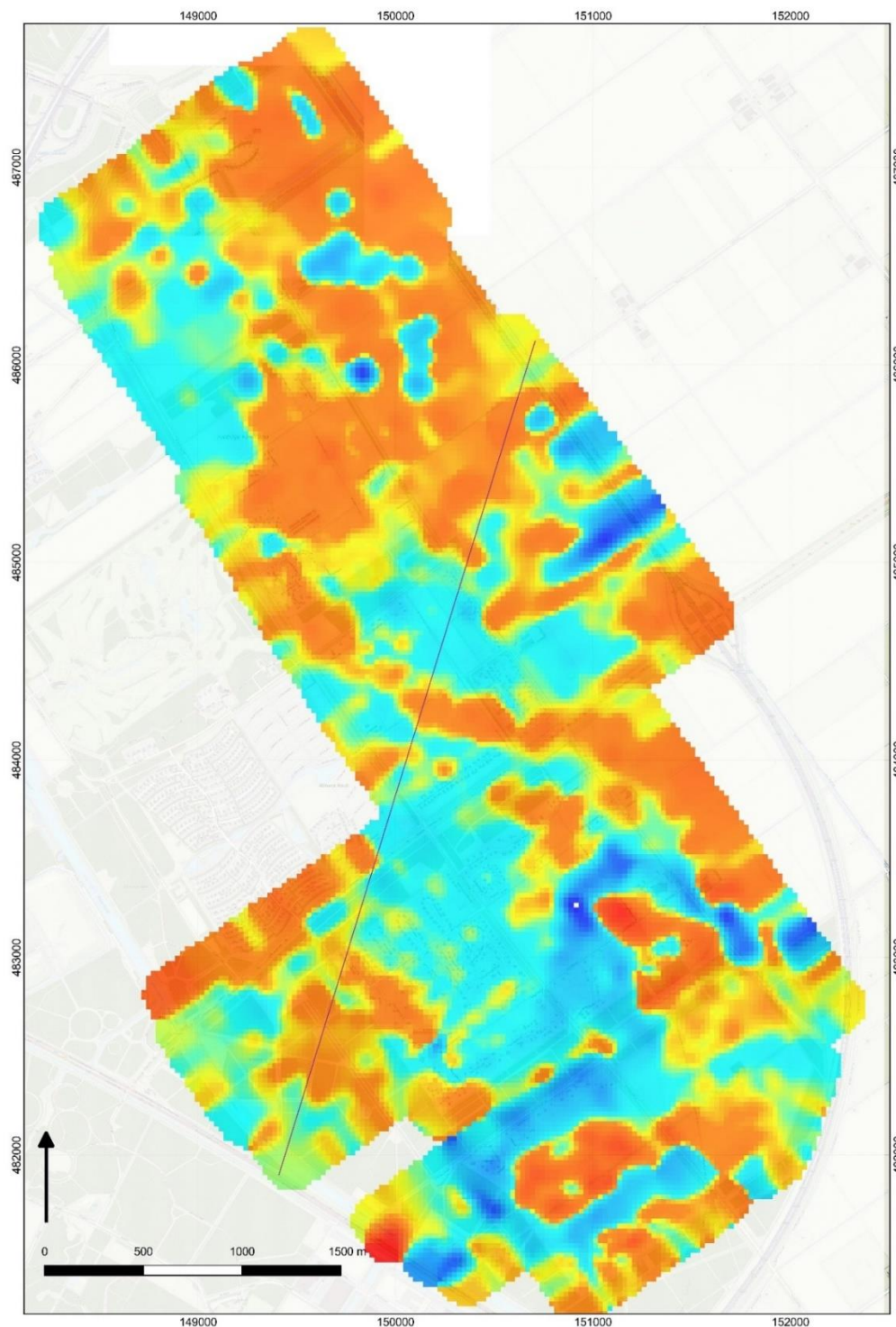
Flevoland.⁸⁹ Haaks op deze helling zijn enkele regressielijnen getrokken. Op basis van de langste regressielijn (zie Afb. 8) is een hellingsvlak samengesteld. Dit vlak is afgetrokken van de reconstructie van het huidige paleoreliëf (basisbestand met hoogtegegevens top dekzand). Het hiermee verkregen kaartbeeld betreft geen digitaal hoogtemodel met absolute waarden, maar een beeld waarin relatieve waarden voor hoge en lage delen van het landschap worden weergegeven (Afb. 8). Vervolgens zijn alle vindplaatsen op deze kaart met relatieve hoogten geprojecteerd (zie Afb. 9a/b) en is hiermee een ruimtelijke analyse uitgevoerd.

Hoewel deze manier van ruimtelijke analyse van vindplaatsen en indicatoren anders is dan de TPI, er wordt immers geen classificatie van landvormen gemaakt, laat dit beeld goed zien dat voor heel Oosterveld geldt dat het overgrote deel van de vindplaatsen zich in de relatief gezien hoge delen van het landschap bevindt. In de laagste delen van het landschap komen ze zelden of nooit voor. Het verkregen kaartbeeld lijkt daarmee betrouwbaar en zou nog kunnen worden verfijnd door met meer en regelmatig verdeelde hoogtepunten te werken. Deels berust dit resultaat ook op een archeologische realiteit, waarbij steentijd-vindplaatsen minder vaak voorkomen in de nattere delen van het dekzandlandschap.⁹⁰

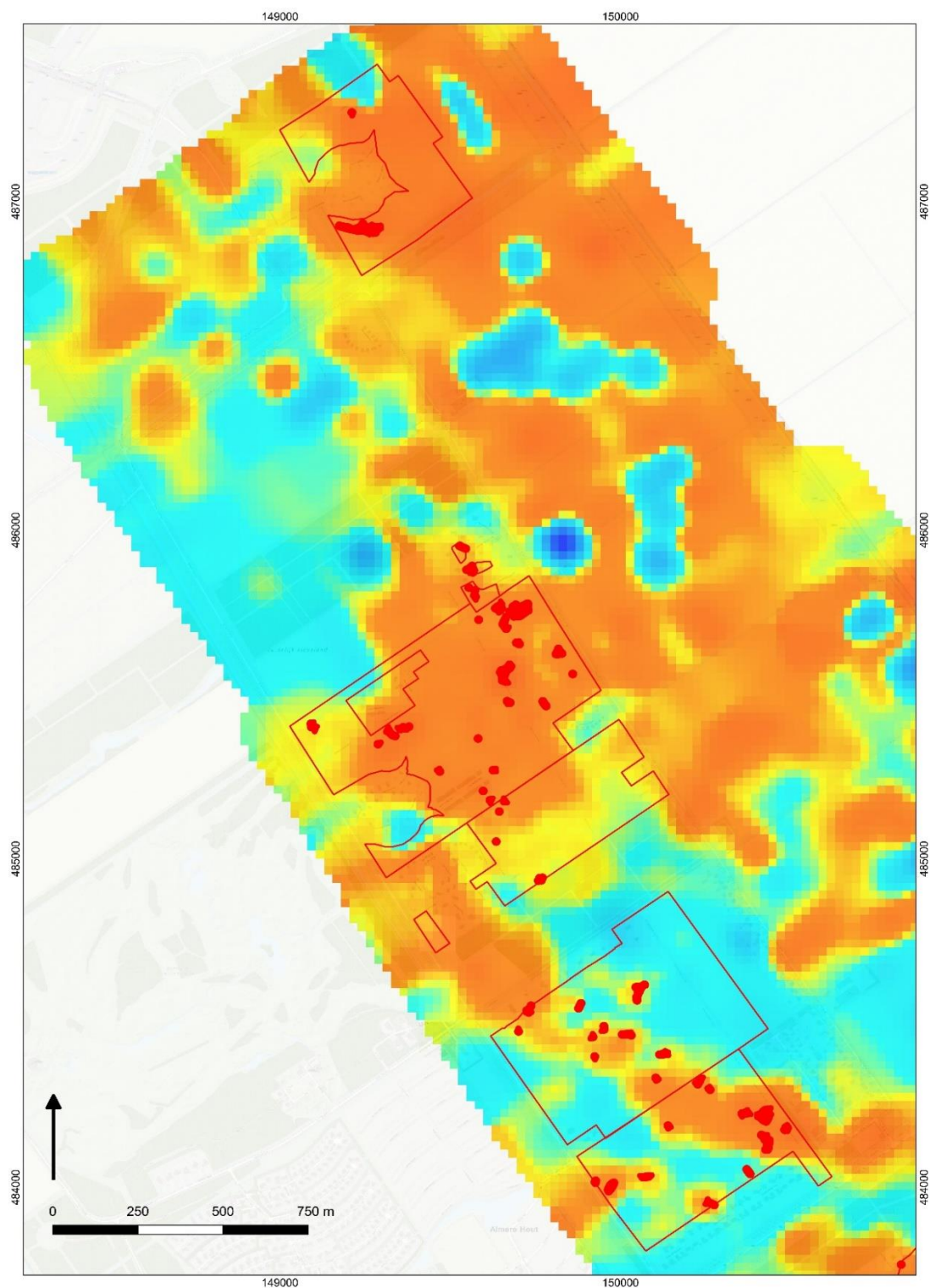
Hoewel uit het onderzoek en op basis van het hoogtemodel van de top van het Pleistoceen de ligging van de Eem goed gereconstrueerd kan worden, is het niet zeker of zich naast de Eem nog andere riviertjes en/of beken in het gebied hebben bevonden ten tijde van de mesolithische activiteiten. Van de Eem kan vermoedelijk wel vastgesteld worden dat deze voor de mesolithische mens een belangrijke waterbron moet zijn geweest. Met name de vindplaatsen op kavel I lagen vrijwel naast de Eem. Voor overige vindplaatsen geldt dat afstand tot de Eem varieerde van enkele honderden meters tot mogelijk enkele kilometers. Al moet hierbij nadrukkelijk worden aangegeven dat met de huidige kennis omtrent de aanwezigheid van vroeg-holocene beekdalen in zuidelijk Flevoland het lang niet altijd mogelijk is om aan te geven wat de afstand van vindplaatsen tot zoetwater was. Op basis van onderhavig onderzoek kan in ieder geval worden gesteld dat het huidige beeld impliceert dat bijna alle grotere concentraties primaire indicatoren en de grotere vindplaatsen op of aan de randen van de hogere terreinvormen liggen.

⁸⁹ Menke *et al.* 1998.

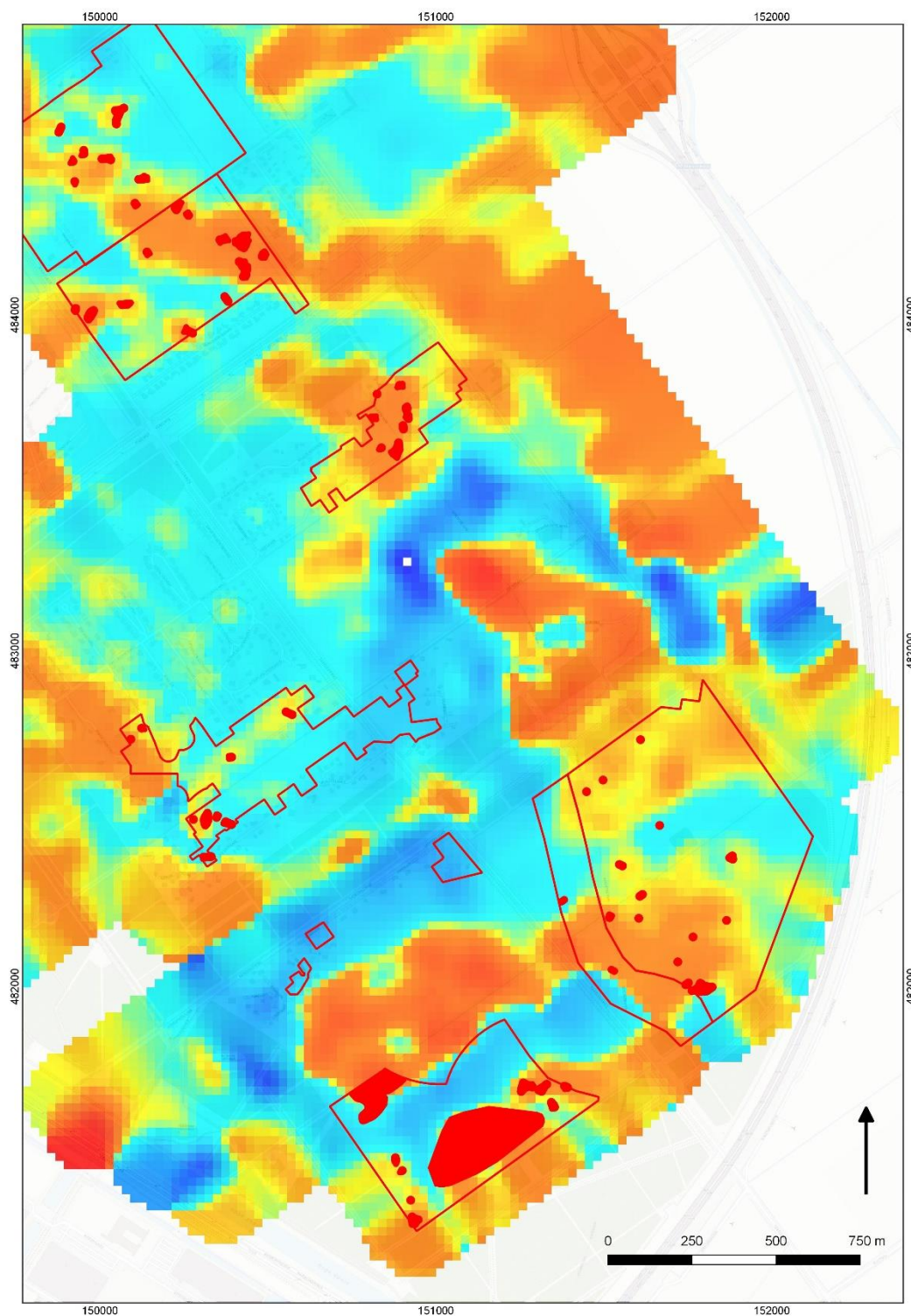
⁹⁰ Daarbij moet wel worden opgemerkt dat in onderhavig onderzoek in de laagste delen (bijvoorbeeld geulen) niet karterend (fase 2) of waarderend (fase 3) geboord is. Ook in de delen van het landschap waar de verkennende boringen (fase 1) aangaven dat de opbouw van de bodemhorizonten verstoord of geërodeerd was, is niet karterend geboord.



Afbeelding 8: Gecorrigeerd (ontheld) hoogtemodel van de top van het Pleistoceen in Oosterwold, de zwarte lijn (ZZW-NNO) betreft de regressielijn die gebruikt is voor het onthellen.



Afbeelding 9a: Gecorrigeerd (ontheld) hoogtemodel van de top van het Pleistoceen in Oosterwold voor kavels A-F met hierop de aangetroffen vindplaatsen (rode vlakken) geplot. In de kaart zijn de relatief hoge terreindelen in oranje weergegeven en de relatief lage terreindelen in blauw.



Afbeelding 9b: Gecorrigeerd (ontheld) hoogtemodel van de top van het Pleistoceen in Oosterwold voor kavels G-K met hierop de aangetroffen vindplaatsen (rode vlakken) geplot. In de kaart zijn de relatief hoge terreindelen in oranje weergegeven en de relatief lage terreindelen in blauw.

5.4 Conclusies

Aan de hand van de ruimtelijke analyse van het voorkomen van vindplaatsen, primaire indicatoren en houtskoolvoorkomens in relatie tot landschappelijke gradiënten, kan worden geconcludeerd dat een analyse op microreliëfniveau wellicht niet mogelijk is en de vraag moet - gezien de resultaten van onderhavig onderzoek in Oosterwold - wellicht gesteld worden of een dergelijke analyse zinvol is en kennis-vermeerderend werkt. Ten eerste is door de gehanteerde 45% steekproef methodiek van karterend en waarderend onderzoek in Almere geen volledige relatie te maken tussen landschapsgradiënten en vindplaatsen. Ten tweede zou op basis van de spreiding van indicatoren (vindplaatsen) en de kaarten weergegeven in Afb. 9a/b gesteld kunnen worden dat overal in de relatief hoge delen archeologische resten kunnen worden aangetroffen en dat de hoge delen van het dekzandlandschap in Almere wellicht als 1 grote vindplaats beschouwd kunnen worden.

Hierbij kom je automatisch uit op de gehanteerde methodiek van het vaststellen (en definiëren!) van vindplaatsen door middel van booronderzoek, waarbij een boring zonder primaire indicator (negatieve boring) niet met zekerheid impliceert dat er geen vindplaats in de ondergrond aanwezig is. Afhankelijk van het toegepaste boorgrid is de trefkans om een steentijdvindplaats op te sporen variabel.⁹¹

Positieve boringen (boringen met een primaire archeologische indicator) kunnen geïsoleerd of geclusterd voorkomen. We kunnen er mogelijk vanuit gaan dat vindplaatsen met veel, gegroepeerde positieve boringen een grotere omvang hebben dan positieve boringen die geïsoleerd liggen. Maar dit hoeft in de werkelijkheid niet zo te zijn. Het is bijvoorbeeld aanlokkelijk om ervan uit te gaan dat een vindplaats die bestaat uit drie bij elkaar gelegen positieve boringen daadwerkelijk één groot geheel of vindplaats vormt en daarmee een grotere omvang heeft dan een geïsoleerde positieve boring. Het is echter niet uit te sluiten dat deze drie, bij elkaar gelegen positieve boringen in feite drie “geïsoleerde” boringen naast elkaar betreffen.

Een tweede punt waarin de vindplaatsen van elkaar verschillen is de hoeveelheid vondsten per boring. Het is immers ook de densiteit van de vuursteencluster die bepalend is voor de trefkans van de vindplaats. steentijdvindplaatsen hebben niet enkel een variabele omvang (van zeer klein tot groot) maar ook een variabele dichtheid aan artefacten (van extreem laag tot hoog).⁹² Deze zogenaamde *low* en *high density sites* komen door elkaar voor in het landschap. Ze duiden op een zeer variabele serie aan vindplaatsen in de ruimste zin van het woord, gaande van activiteitzones die slechts occasioneel of zelfs eenmalig gebruikt zijn (wellicht de kleine vindplaatsen op kavel D tot intens en langdurig bewoonde locaties (zoals de grote vindplaatsen op kavel I, en alles daartussen). Deze diversiteit heeft bijgevolg repercussies voor wat er precies in de boormonsters aanwezig kan

⁹¹ Verhagen et. al. 2011, Tol et. al. 2006.

⁹² Verhagen et. al. 2011: 9.

zijn. Ook hier kunnen we er mogelijk vanuit gaan dat het aantal opgeboorde artefacten een indicatie geeft van de densiteit van een vindplaats.

Als laatste zal ook de typologische samenstelling van de artefacten die worden opgeboord aanvullende informatie geven over welk type vindplaats er in de bodem aanwezig is. De opgraving te Soest-Staringlaan heeft duidelijke gemaakt dat een boring met een maretakspits indicatief is voor een ander type vindplaats dan een paar splinters vuursteen bij elkaar, en al helemaal als er twee van zulke boringen naast elkaar aangetroffen worden.

Concluderend kan gesteld worden dat het huidig aantal vindplaatsen vermoedelijk het minimum aantal is dat in de ondergrond van Oosterwold aanwezig is. Een negatieve boring hoeft immers niet te betekenen dat er geen vindplaats aanwezig is, alleen dat er geen indicatoren zijn opgeboord en met de (door Bevoegd Gezag) vastgestelde toegepaste onderzoeksmethodiek zijn niet alle gebieden volledig onderzocht. Steentijdvindplaatsen worden vaak gekenmerkt door een (uiterst) dunne spreiding aan vondsten. Hiermee kan het zijn dat de vindplaatsen groter zijn dan de huidige afbakening doet vermoeden. Uit het aantal vuurstenen artefacten, maar ook uit hun samenstelling, kan afgeleid worden dat de aangeboorde vindplaatsen zullen bestaan uit een zeer gevarieerd arsenaal aan typen. Te denken valt bijvoorbeeld aan kleine, geïsoleerde (jacht)kampementen waar enkele mensen een paar uur of een paar dagen hebben vertoefd, of aan zones waar allerlei activiteiten kunnen zijn uitgevoerd zoals het bewerken van vuursteen, het slachten van dieren, het verwerken van voedsel of het vervaardigen van objecten en werktuigen voor alle dag, maar even goed aan langer bewoonde vindplaatsen of intensiever gebruikte zones. De aaneenschakeling van vindplaatsen, bijvoorbeeld op kavel BC of op de dekzandrug in kavel E en F, doet vermoeden dat de bodem in Almere bezaaid ligt met steentijdvindplaatsen en dat op met name de relatief hoge dekzandruggen en kopjes de artefacten, en vindplaatsen, als een soort deken over het landschap liggen. In dat opzicht zouden vrijwel alle hoge dekzandruggen in Oosterwold deel uit maken van één grote vindplaats. Een beter inzicht hierin, gecombineerd met beter inzicht in de informatiewaarde van indicatoren kan eigenlijk alleen worden verkregen door het uitvoeren van gravend onderzoek.

De resultaten van de dateringen laten zien dat het dekzandlandschap in Oosterwold voor een lange periode van mogelijk enkele duizenden jaren bewoond is geweest (zie Tabel 30 en Afbeelding 10). Kavel I kent de langste periode van bewoning, hier is het dekzandlandschap ook het laatst verdrongen. Op nabij gelegen kavel K is de jongste vindplaats (5H_142) aangetroffen, deze dateert op basis van gedateerde verkoolde hazelnootdoppen in het Midden-Neolithicum. Het is echter de vraag of deze vindplaats daadwerkelijk in het Midden-Neolithicum dateert, aangezien deze vindplaats op een NAP hoogte van ongeveer -7 meter, conform de gangbare verdrinkings-/ zeespiegelcurves van het gebied reeds verdrongen zou moeten zijn.

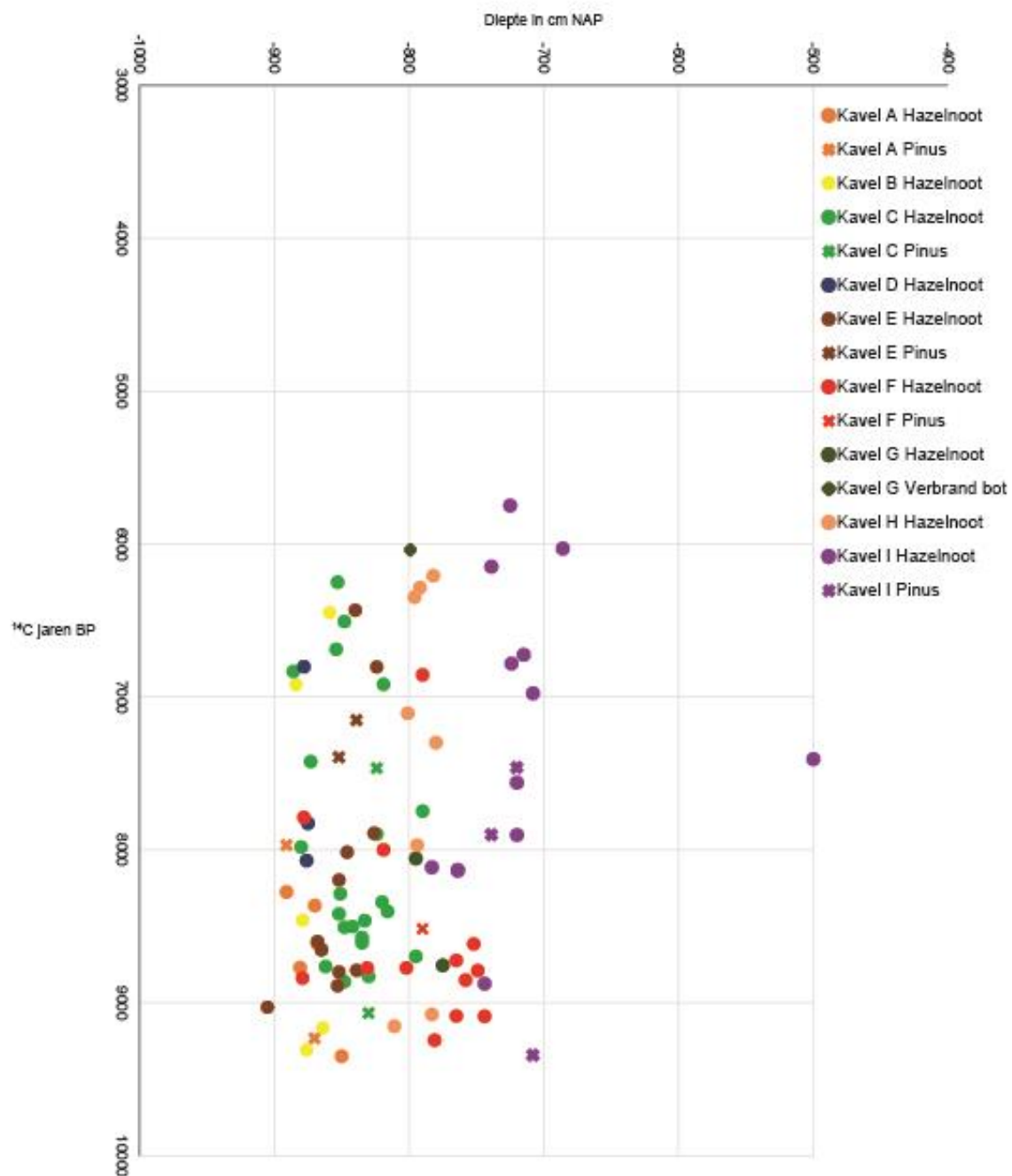
Op kavel D is de bewoning relatief kortdurend geweest. De dieptespreiding is eveneens vrij groot, met op kavel E de diepst liggende gedateerde vindplaats op ruim 9 meter -NAP en op kavel I de hoogst liggende vindplaats.

Kavel	Diepteligging vindplaatsen	Datering vindplaatsen
A	891 - 850 cm -NAP	10577 - 8841 cal. BP
B	884 - 859 cm -NAP	10510 - 7373 cal. BP
C	886 - 790 cm -NAP	10229 - 7170 cal. BP
D	875 cm -NAP	8959 - 7644 cal. BP
E	905 - 824 cm -NAP	10214 - 7366 cal. BP
F	879 - 744 cm -NAP	10243 - 7690 cal. BP
G	799 - 755 cm -NAP	9765 - 6883 cal. BP
H	811 - 780 cm -NAP	10316 - 7107 cal. BP
I	783 - 500 cm -NAP	10574 - 6561 cal. BP
J	891 - 850 cm -NAP	10577 - 8841 cal. BP
K	750 - 685 cm -NAP	6975 - 4264 cal. BP

Tabel 30: Overzicht dateringen en diepteliggingen vindplaatsen per kavel.

Met een dergelijke lange periode van bewoning in Oosterwold is het interessant om na te gaan in hoeverre deze bewoning continu is geweest, of dat er mogelijke hiaten in de bewoning zijn geweest. Dergelijke analyses zijn de afgelopen jaren onder andere uitgevoerd bij steentijdonderzoeken in Hattemerbroek, Dronten, Epse en Kampen. Een uitgebreide discussie hierover is weergegeven in de NAR publicatie “Paradise Lost”.⁹³ Hierbij is onder andere geconstateerd dat er qua hiaten correlaties zijn met kortstondige klimaatveranderingen, zoals het 8,2 Ka en het 9,3 Ka event. Op basis van de ¹⁴C-dateringen van Oosterwold (zie Afb. 10) zijn dergelijke correlaties niet te maken. Daarbij moet echter wel worden opgemerkt dat, hoewel een groot aantal dateringen is uitgevoerd, deze verspreid liggen over een veel groter gebied vergeleken met de hierboven genoemde studies. Het aantal dateringen per vindplaats lijkt te beperkt om uitspraken te kunnen doen over het aan- danwel afwezig zijn van klimaat-gerelateerde hiaten.

⁹³ Peeters et al. 2017.



Afbeelding 10: Tijd-diepte overzicht van de dateringen per kavel (zie tevens Tabel 30 voor dateringen en dieptespreiding van de vindplaatsen per kavel).

6 Resultaten multi-proxyanalyses

6.1 Inleiding

Het archeologisch onderzoek in Oosterwold is niet alleen gericht op het opsporen van vindplaatsen in het begraven dekzandlandschap. Ook in bovenliggende holocene afzettingen kunnen theoretisch archeologische vindplaatsen aanwezig zijn. Tot op heden zijn in het grondgebied van Almere zeer beperkt vindplaatsen in holocene afzettingen aangetroffen. Prospectie naar eventuele vindplaatsen in deze afzettingen is echter ook moeilijk, aangezien specifieke kennis naar de genese en dateringen van holocene landschappen in Almere en omgeving op dit moment te beperkt is. Derhalve is het ook niet mogelijk om een gespecificeerd verwachtingsmodel voor holocene afzettingen op te stellen.

Teneinde inzicht te krijgen in de genese van verschillende holocene afzettingen en de exploitatiemogelijkheden van het holocene landschap in Zuidelijk Flevoland is als onderdeel van onderhavig inventariserend veldonderzoek een geo-archeologisch assessment uitgevoerd. Hiertoe zijn vier specifieke onderzoeksvragen opgesteld:

- Wat is het afzettingsmilieu van het Laagpakket van Wormer en zijn deze afzettingen onder te verdelen in verschillende fasen?⁹⁴
- Wat is de landschappelijke setting, de ouderdom en de archeologische potentie van de geulen in het plangebied?
- Zijn er oeverwallen aanwezig nabij de geulen? Zo ja, wat is de archeologische potentie hiervan?
- Wat is het afzettingsmilieu, de ouderdom en archeologische potentie van de klastische sedimenten van de Flevomeer Laag?⁹⁵

Een gecombineerd onderzoek van microfauna, micropaleontologie, onderzoek van pollen en/of botanische macroresten geeft inzicht in de condities van water-ecosystemen en bijbehorende landschappen. Op basis hiervan en in combinatie met interpretaties van sedimenten en dateringen, kunnen uitspraken worden gedaan over onder andere zoet-, zout- of brakwater, stroomsnelheid en waterdiepte. Tevens kan aan de hand hiervan worden bepaald in welke mate de landschappen geschikt zijn geweest voor bewoning en/of gebruik door de mens.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van de diverse analyses gepresenteerd, in het volgende hoofdstuk zullen deze resultaten worden gecombineerd, zodat een geïntegreerd beeld ontstaat van

⁹⁴ Feitelijk worden hier de zogenaamde (lokale) Oude Getijde Afzettingen bedoeld, maar deze benaming is lithostratigrafisch niet correct en daarom wordt in dit rapport de correcte lithostratigrafische benaming gebruikt (Laagpakket van Wormer van de Formatie van Naaldwijk).

⁹⁵ De klastische variant van de Flevomeer Laag wordt lokaal vaak aangeduid als het Hauwert Complex. Zie paragraaf 3.2 voor nadere uitleg.

het afzettingsmilieu van de in Oosterwold aanwezige holocene afzettingen (en dan met name het Laagpakket van Wormer) en de geschiktheid ervan voor menselijke bewoning en/of activiteiten. Eerst zal echter worden ingegaan op de manier van interpreteren van de specialistische (multi-proxy) onderzoeken, het combineren van de onderzoeksgegevens en welke valkuilen daarbij horen.

6.2 Multi-proxyanalyses: een theoretische beschouwing

Inleiding

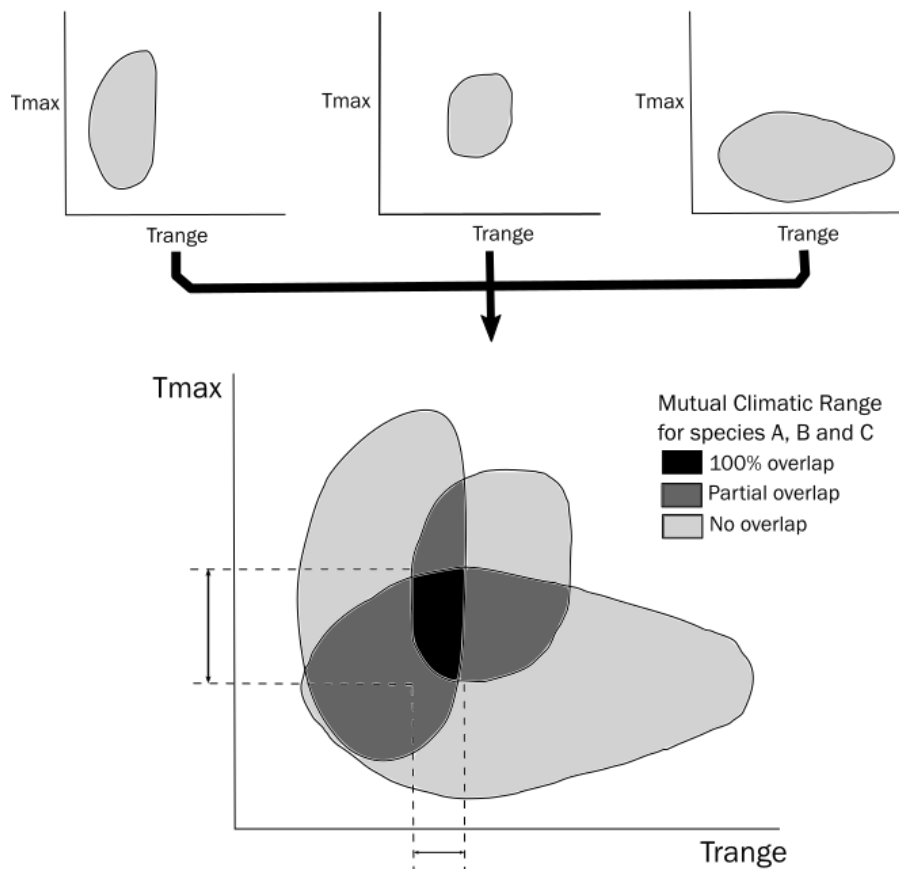
Proxies zijn variabelen die worden gebruikt om niet- of moeilijk meetbare variabelen te bepalen. Voor klimaatonderzoek wordt veel gebruik gemaakt van proxy-analyses. Een bekend voorbeeld hiervan is de gemiddelde juli-temperatuur, die vaak wordt gebruikt in klimaatstudies. Je kunt de temperatuur in het verleden niet meten, maar er zijn verschillende manieren waarop je deze wel kunt achterhalen. Eén manier om dat te doen is gebruik te maken van organismen die gevoelig zijn voor temperatuurverschillen in de zomer. Een groep organismen die daar gevoelig voor is zijn *Coleoptera*. Door de tolerantiegrenzen voor de maximale julitemperatuur van verschillende soorten uit te zetten tegen het verspreidingsgebied (range) van deze organismen kan een gezamenlijk gemiddelde worden bepaald (zie Afb. 11). Dit principe is in de basis heel eenvoudig, maar is dat in werkelijkheid ook zo? Hieronder volgt een korte beschouwing over de ontwikkeling van proxy-analyses. Daarbij wordt ingegaan op de beperkingen en mogelijkheden van proxy-analyses. Het hoofdstuk vormt de opmaat voor de presentatie en interpretatie van de proxies die zijn toegepast in dit onderzoek.

Proxy-analyse in historisch perspectief

Aan de basis van de proxy-analyse staat de gedachte van het uniformiteitsprincipe, processen zoals die zich in het heden afspelen, hebben zich in het verleden op dezelfde manier afgespeeld. Het is vooral het onderzoek naar macrofossielen van dieren en planten geweest dat tot het inzicht heeft geleid dat deze bruikbaar zijn voor het bepalen van klimaat en milieu uit het verleden. Al vanaf het begin van de 19^e eeuw wordt onderzoek gedaan naar watermilieus uit het verleden op basis van diatomeeën. Door Ernst Haeckel werd in 1866 de theoretische basis gelegd voor ecologisch onderzoek. Pas in het begin van de twintigste eeuw is de basis gelegd voor het moderne palynologisch onderzoek. Al vroeg werd met name in het palynologisch werkveld onderkend dat voor het onderzoek van paleomilieus gebruik wordt gemaakt van het huidige verspreidingsgebied (range) van soorten en niet het verspreidingsgebied uit het verleden. Deze kennen wij immers niet. Dit klinkt als een open deur, maar de verspreiding van organismen wordt niet uitsluitend bepaald door omgevingsfactoren, maar ook door processen als competitie, predatie, migratie en voedselbeschikbaarheid. Deze gedachte heeft al duidelijk postgevat in het archeologisch werkveld in de tijd van Van Giffen, zoals

onder meer blijkt uit kritische kanttekeningen bij diatomeeën- en palynologisch onderzoek uit de oorlogsjaren in West-Friesland.⁹⁶

Thermal envelopes for hypothetical species A, B and C



Afbeelding 11: Het principe van een proxyanalyse.⁹⁷

Vanaf de jaren '80 kwamen binnen het klimaatonderzoek steeds meer proxies beschikbaar voor het bepalen van allerlei klimaat gerelateerde variabelen. Zo werd het bijvoorbeeld mogelijk om door middel van isotopenonderzoek van het kalkskelet van benthonische diatomeeën uit diepzeekernen de $\delta^{18}\text{O}$ te bepalen. Deze $\delta^{18}\text{O}$ is een maat voor de omvang van de landijsmassa op aarde. Doordat steeds meer proxies beschikbaar kwamen, bleek onder andere dat de zeggingskracht van een proxy niet altijd even groot is. Met name het pollenonderzoek op de hoogvlakte van Bogota onder leiding van Hooghiemstra (1984) in de jaren '80 leverde een duidelijk inzicht op van de invloed van de bemonsterde locatie, de paleostandplaats, op onderzoeksresultaten. De vegetatie op de hoogvlakte bevindt zich aan de grenzen van het verspreidingsgebied van een groot aantal soorten. Kleine

⁹⁶ Van Giffen 1944.

⁹⁷ Lowe & Walker 2014.

veranderingen in wintertemperatuur en sneeuwbedekking leiden tot grote veranderingen in de vegetatie. Op grenzen van verspreidingsgebieden vinden dan ook met regelmaat periodieke massa-extincties plaats als gevolg van kleine veranderingen in de omgevingsfactoren.

Elke soort kent zijn eigen verspreidingsgebied. Dit leidt ertoe dat op één standplaats de ene soort eerder reageert op veranderingen in de omgevingsfactoren dan de andere soort. Daarnaast is de reactiesnelheid van verschillende soorten op veranderingen in omgevingsfactoren ongelijk, eenjarige planten reageren doorgaans sneller op veranderingen dan meerjarige planten.

Vanaf het midden van de jaren '90 kwam men tot het inzicht dat onderzoek naar paleomilieus op basis een enkele proxy, zogenaamde uni-proxyanalyses, een onvolledig beeld gaven. De nadruk is daarom komen te liggen op zogenaamde multi-proxyanalyses, analyses waarbij onderzoek wordt gedaan naar verschillende soorten organismen. Een eerste studie in het archeologisch werkveld waarin dit expliciet wordt benoemd is het proefschrift van Janneke Buurman (Buurman 1996). Hoewel de nadruk in dit proefschrift nog sterk ligt op macrobotanisch onderzoek wordt voor een volledige milieureconstructie ook van andere proxies gebruik gemaakt waaronder molluskenonderzoek. Ook in de archeologische praktijk drong dit besef door. Het is met name het archeobotanisch onderzoek dat werd uitgevoerd in het kader van de aanleg van de Betuweroute rond de millenniumwisseling waarin deze verandering zichtbaar is.⁹⁸

In de grote archeologische projecten rondom de aanleg van de Hanzelijn vonden de eerste geïntegreerde studies plaats aan de hand van macrobotanische resten en palynologische resten. In de laatste fase van het onderzoek is dit geïntegreerd met onderzoek naar waterorganismen.⁹⁹ Dit laatste komt voort uit een onderzoek dat min of meer gelijktijdig plaatsvond in het kader van de aanleg van de rondweg bij Serooskerke.¹⁰⁰

Waar in het buitenland geïntegreerde multi-proxyanalyses in geo-archaeological assessments al ruim een decennium gemeengoed waren, markeert het onderzoek dat is uitgevoerd in Sluis in 2011 het begin van dit soort onderzoek in Nederland.¹⁰¹ Met het onderzoek naar het landschap van Noorderboekert is een eerste stap gezet in een geïntegreerde multi-proxyanalyse in een opgravingscontext.¹⁰² De publicaties die voortkomen uit een NWO / Odyssee project maken duidelijk dat er nog geen goed kader bestaat voor het integreren van archeozoologisch en archeobotanisch onderzoek.¹⁰³ De landschapsanalyse zoals vormgegeven door Van Amerongen voor oostelijk West-

⁹⁸ zie o.m. bijdragen van Brinkkemper, Van Rijn, Van Haaster & Vermeeren in Jongste & Van Wijngaarden (eds.) 2002).

⁹⁹ De Moor et al. 2009.

¹⁰⁰ Dijkstra & Zuidhoff (eds.) 2011.

¹⁰¹ De Moor et al., 2011.

¹⁰² Van Zijverden 2017.

¹⁰³ Smit et al. 2012; Kleijne et al. 2013; Theunissen et al. 2014; Project betreft "Unlocking Noord-Holland's Late Neolithic Treasure Chest: Single Grave Culture behavioural variability in a tidal environment".

Friesland is de eerste publicatie die een beeld geeft van wat op basis van opgravingsgegevens mogelijk is, wanneer ook het zoölogisch onderzoek integraal wordt gebruikt in het milieuonderzoek.¹⁰⁴ In het huidige klimaatonderzoek wordt een veelheid aan proxies gebruikt die binnen het archeologisch werkveld toepasbaar zijn. Gedacht kan worden aan toepassingen zoals het onderzoek van *Chironomiden*, isotopen en *soil-DNA*. Opmerkelijk is dat in Nederland ondanks diverse zeer succesvolle toepassingen in het verleden het onderzoek van *arthropoden* nooit goed van de grond is gekomen.

Proxies in Oosterwold

Het onderzoek in Oosterwold heeft met name betrekking op veranderingen in de aard van het natuurlijk milieu in tijd en ruimte. In het onderzoek van Oosterwold is hiervoor gebruik gemaakt van een aantal proxies die inzicht geven in waterkwaliteit (saliniteit, stroomsnelheid, waterdiepte, troebelheid, temperatuur, etc.) en vegetatie. Voor het onderzoek is gekozen om verschillende lithogenetische eenheden te bemonsteren verspreid over het gehele gebied in vier dwarsdoorsneden. Uit de geselecteerde kernen zijn monsters genomen ten behoeve van macrobotanische-, palynologische-, ostracoden-, foraminiferen-, diatomeeën- en molluskenanalyse. Om verspreidingsdiagrammen van deze proxies goed te kunnen analyseren is veel kennis nodig van conserveringscondities en levenswijze. Hieronder worden enkele algemene karakteristieken van de verschillende proxies beschreven.

Diatomeeën zijn kiezelwieren die, zoals de naam al doet vermoeden, een skeletje van kiezel hebben. Drie groepen van deze wieren worden onderscheiden, wieren die op de bodem leven (benthonisch), die op planten leven (epifytisch) en die in het water drijven (planktonisch). Foraminiferen of gaatjesdragers zijn eencellige organismen die doorgaans een uitwendig kalkskeletje vormen. Enkele soorten komen voor in kalkarme milieus waarin skeletjes worden gevormd van sediment. Een onderscheid kan worden gemaakt in soorten die op de bodem leven (benthonisch) en soorten die in het water leven (planktonisch). Ostracoden zijn mosselkreeftjes met een verkalkt chitineschaaltje. Gedurende de levenscyclus van een mosselkreeftje worden die schaaltes verschillende keren verwisseld. Mollusken zijn schelpdieren waartoe ook de slakken behoren. Deze hebben in principe een uitwendig kalkskelet. Pollen of stuifmeelkorrels hebben een huidje dat is opgebouwd uit chitine. Bestuiving van planten met pollen vinden op drie manieren plaats: bestuiving door insecten, zelfbestuiving en bestuiving door de wind. Deze verschillende vormen van bestuiving hangen nauw samen met een verschil in pollenproductie. Belangrijk is verder om te realiseren dat de pollenproductie van verschillende soorten zoals de eik sterk kan fluctueren. Verder is de hoogte van de plant van invloed op de verspreiding. Botanische macroresten zijn alle macroscopisch herkenbare

¹⁰⁴ Van Amerongen 2016.

plantenresten. Deze bestaan overwegend uit cellulose. In de praktijk wordt in het archeologisch werkveld vrijwel uitsluitend onderzoek gedaan naar zaden.

De bestanddelen van deze proxies (kiezel, kalk, chitine en cellulose) bepalen in belangrijke mate de kans dat deze goed bewaard blijven in de bodem (zie Tabel 31). In kalkrijk sediment mag je kalkskeletjes verwachten in kalkloos sediment niet. Kiezel wordt opgenomen door grassen en zeggen. Direct onder een riet- of zeggeveen zal je dan ook weinig tot geen resten van diatomeeën vinden. Verder spelen beschikbaarheid van zuurstof en de zuurgraad een belangrijke rol in de conserveringsomstandigheden en daarmee in de mogelijkheden van onderzoek. De eigenschappen van de matrix waarin het materiaal zich bevindt bepaalt mede de uitkomst van de analyse.

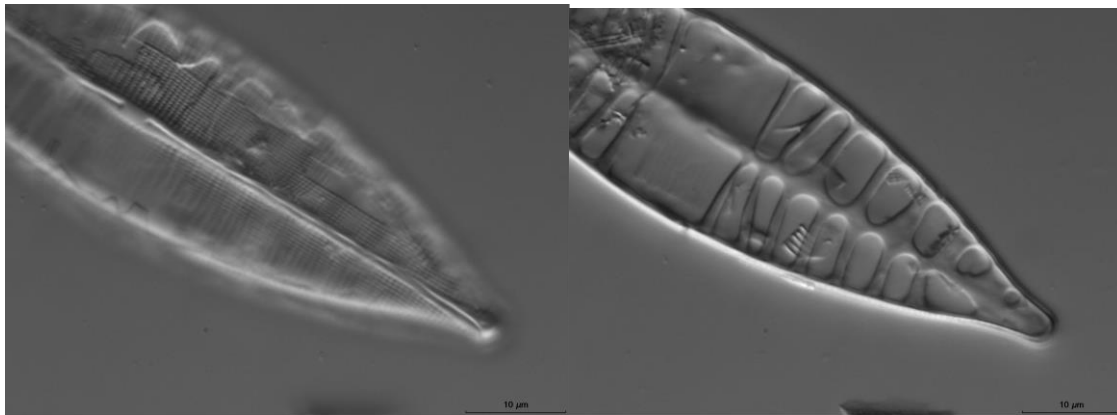
	zuurstofarm	zuurstofrijk
pH hoog	Kalk ++ Kiezel ++ Chitine ++ Cellulose ++++	Kalk ++ Kiezel +- Chitine -- Cellulose --
pH laag	Kalk -- Kiezel ++ Chitine ++ Cellulose ++	Kalk -- Kiezel +- Chitine +- Cellulose --

Tabel 31: Conservering op basis van enkele bodemparameters.

In het voorgaande is al even aandacht geschonken aan de verschillende vormen waarin deze soorten voorkomen. Planktonische soorten verspreiden zich vrijelijk met water. Deze soorten kunnen dus indicatief zijn voor kortstondige events. Benthonische soorten daarentegen zijn gebonden aan de bodem. Uiteraard kunnen deze met sediment getransporteerd worden. In principe gaan we ervan uit dat deze soorten indicatief zijn voor het plaatselijke milieu. Dit geldt ook voor epifytische soorten.

De levenscyclus van de verschillende organismen verschilt sterk van elkaar. De levenscyclus van een diatomee is slechts enkele dagen. Wanneer mollusken in het water aanwezig zijn in de vorm van broedval ontwikkelen deze afhankelijk van de soort in enkele dagen tot weken een schelp. Bij planten is de levenscyclus een seizoen tot tientallen jaren. Wanneer vergroeiingen in diatomeeën optreden als gevolg van veranderingen in waterkwaliteit (zie Afb. 12), mag je ervan uitgaan dat je naar een verandering in het leefmilieu kijkt die plaatsvindt binnen een week. Deze verschillen in levenscycli leiden ook tot een verschil in reactiesnelheid op een kortstondige milieuverandering. Heel mooi zichtbaar is dit in de analyse van een boorkern uit een restgeul in Emmeloord.¹⁰⁵ In dit diagram geven de mollusken een volledig brak-marien beeld terwijl de zaden uit hetzelfde monster geen enkele indicatie geven voor iets anders dan een zoetwatermilieu.

¹⁰⁵ Van Zijverden & De Moor 2014; Van Zijverden 2017.



Afbeelding 12: Inwendige vervormingen van de schaaltes van *Craticula cuspidata* wijzen op toenemende saliniteit. Beide foto's zijn van hetzelfde schaalte bij een andere focussering. Maatstreep is 10 µm. Dit voorbeeld is afkomstig van een monster uit het Lp. van Wormer van project Fietsbrug Waterlandseweg, een locatie grenzend aan kavels H en I.¹⁰⁶

Concluderend kan gesteld worden dat een multi-proxymanalyse een breder en vollediger inzicht geeft in paleomilieus. Bij de interpretatie is het van groot belang om een inzicht te hebben in de tafonomie. Een dergelijk inzicht komt alleen tot stand wanneer intensief overleg plaatsvindt tussen verschillende specialisten om veranderingen in soortensamenstelling in tijd en ruimte te kunnen duiden.

6.3 Microfauna (diatomeeën)

Er zijn in totaal 110 monsters na voorbehandeling (zie paragraaf 2.4) gewaardeerd. Bij de waardering is een globale indruk van het monster verkregen. In vrijwel alle monsters zijn (resten van) diatomeeën aangetroffen. Er zijn na waardering 23 monsters geselecteerd voor een volledige analyse, deze monsters zijn afkomstig uit geulen/geulvormige depressies die op kavels A, G en I zijn aangetroffen (zie Tabel 32 en zie Bijlage 8 voor de volledige tabellen/beschrijvingen van de geanalyseerde monsters). Daarmee is zowel qua type geul als qua regionale verbreiding een zo groot mogelijke variatie verkregen. De resultaten zijn weergegeven in de vorm van tabellen die de functionele groepen saliniteit en leefwijze weergeven (Bijlage 8). Saliniteit is daarbij uitgedrukt in een standaard saliniteitseenheid (gebaseerd op het Chloride-gehalte):

¹⁰⁶ De Moor et al. 2019.

Marien	Met name in wateren met saliniteitswaarden > 30,0 ‰ S
Marien-brak	Met name in wateren met saliniteitswaarden 18,0-30,0 ‰ S
Brak-marien	Met name in wateren met saliniteitswaarden 9,0-18,0 ‰ S
Brak	Met name in wateren met saliniteitswaarden 1,8-9,0 ‰ S
Brak-zoet	Met name in wateren met saliniteitswaarden 0,9-1,8 ‰ S
Zoet-brak	Met name in wateren met saliniteitswaarden < 0,9 ‰ S
Zoet	Met name in wateren met saliniteitswaarden < 0,2 ‰ S
Indifferent	Geen voorkeur
Onbekend	Onbekend

De terminologie die is gehanteerd bij de leefwijze betreft de volgende:

Plankton s.s.	Taxa die alleen zwevend in de waterkolom leven
Tychoplankton	Taxa die vooral op de bodem leven, maar die ook zwevend in de waterkolom voor komen
Epifyten	Aan planten gehecht / levend op plantaardig substraat
Benthos epipelon	Taxa levend en vrij bewegend op en/of in de bovenste laag van de bodem
Benthos epipsammon	Taxa vast en immobiel levend op en/of in de bovenste laag van de bodem
Benthos aerofiel	Benthisch, niet permanent in water levend

Diatomeeën met een planktonische leefwijze zijn gemakkelijk verplaatsbaar. Tychoplanktonische soorten zijn zwaar verkiezeld en worden fossiel in vrijwel alle kustafzettingen aangetroffen, maar ook in afzettingen van het zoetwater getijdengebied. Vanwege de verkiezeling zijn ze sterk en kunnen ze goed tegen verplaatsingen. Ze worden bij storm door de golven opgewerveld en kunnen vervolgens, door de wind ver landinwaarts worden verplaatst. Daarmee kan tychoplankton een aanwijzing voor verplaatst materiaal, zo zijn kustallochtone soorten vaak tychoplanktonisch. Kustallochtonen zijn verplaatste mariene diatomeeën en daarmee soorten die je normaal gesproken niet zou verwachten van de plaats waar het monster vandaan komt. In veel monsters kunnen kustallochtone soorten oververtegenwoordigd zijn.¹⁰⁷

Hoewel diatomeeën aquatische organismen zijn, hebben sommige soorten maar een geringe hoeveelheid water nodig. Deze zogenaamde aërofiele soorten worden levend aangetroffen in milieus waar geen of nauwelijks sedimentatie plaats vindt en waarbij bodemvorming een overheersend proces is.¹⁰⁸ De aanwezigheid van dergelijke soorten in diatomeeënmonsters is een belangrijke aanwijzing voor de nabijheid van gebieden die voor langere tijd droog kunnen vallen.

¹⁰⁷ De Wolf 2009.

¹⁰⁸ Biaxiaal 622

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
1	1079	A	840	1324	Lp. van Wormer - geul
4	1079	A	720	1204	Lp. van Wormer - geul
7	1079	A	600	1084	Lp. van Wormer - geul
10	1079	A	480	964	Lp. van Wormer - geul
13	1079	A	360	844	Lp. van Wormer - geul
16	1079	A	240	724	Lp. van Wormer - geul
379	1052	A	175	657	Flevomeer Laag
380	1052	A	268	750	Lp. van Wormer
382	1052	A	378	860	Lp. van Wormer
383	1052	A	455	937	Lp. van Wormer
176	918	G	400	843	Lp. van Wormer
177	918	G	375	818	Lp. van Wormer
179	918	G	295	738	Lp. van Wormer
180	918	G	250	693	Flevomeer Laag
182	918	G	150	593	Flevomeer Laag
300	1232	I	610	1012	Lp. van Wormer (Eemgeul)
301	1232	I	580	982	Lp. van Wormer (Eemgeul)
303	1232	I	520	922	Lp. van Wormer (Eemgeul)
305	1232	I	450	852	Lp. van Wormer (Eemgeul)
307	1232	I	400	802	Lp. van Wormer (Eemgeul)
309	1232	I	340	742	Lp. van Wormer (Eemgeul)
311	1232	I	280	682	Lp. van Wormer (Eemgeul)
313	1232	I	220	622	Lp. van Wormer (Eemgeul)

Tabel 32: Overzicht geanalyseerde diatomeeën monsters.

Kavel A

De dominante taxa in boring 1079 zijn *Cymatosira belgica*, *Thalassiosira proschkiniae*, *Opephora sp.*, *Opephora mutabilis*, *Delphineis minutissima* en *Thalassiosira sp.* Het merendeel van de taxa indiceren een marien tot brak-marien milieu. De diatomeeënsamenstelling bestaat voornamelijk uit planktonische en tychoplanktonische soorten. Er zijn ook epifytische en epipsammische soorten aangetroffen.

Van de dominante soorten is *Cymatosira belgica* zoutminnend. Deze soort komt voor in de Noordzee, Waddenzee en aangrenzende kustwateren in zowel delen die periodiek overstromen als in delen die verder van de kust zijn verwijderd (pelagisch). De soort *Delphineis minutissima* is eveneens een zoutminnende soort. *Thalassiosira species* zijn een belangrijk onderdeel van phytoplanktonische populaties bij de Duitse Bocht / het Duitse deel van de Noordzee, inclusief de eilanden bij Helgoland

en Sylt en komen vooral voor in diepere wateren (pelagisch).¹⁰⁹ *Thalassiosira proschkiniae* is een soort die in een brak tot brak mariene omgeving, waaronder estuaria voorkomt.¹¹⁰ *Opephora mutabilis* is een zoute soort, die veelal in zandige intergetijdengebieden voorkomt. *Opephora* species worden vooral in zoute tot brakke milieus aangetroffen.¹¹¹

De soortensamenstelling van de monsters uit boring 1079 (een diep ingesneden geul opgevuld met relatief grof sediment) duidt op een milieu dat in sterke mate marien is. Zoete en/of zoet-brakke soorten zijn slechts in beperkte mate aanwezig. De aanwezige karakteristieke en dominante soorten betreffen soorten die als kustallochtoon worden aangeduid en dus met stromend water kunnen zijn meegekomen.

De dominante taxa in boring 1052 betreffen zowel taxa van mariene, marien-brakke en brak-mariene milieus (*Cymatosira belgica*, *Delphineis minutissima*, *Paralia sulcata*, *Biremis circumtexta*, *Navicula phylleptosoma*) als brak-zoete tot zoet-brakke milieus (*Cocconeis placentula*, *Nitzschia sigma*, diverse soorten uit de orde Fragilariales; *Opephora*, *Staurosirella*, *Staurosira*). Het aandeel planktonische taxa is beperkt, het aandeel epifytische soorten is hoog. Daarnaast komen ook tychoplanktonische en epipsammische taxa voor van ondiepe (brak) waterplassen met zeer geringe getijdeverschillen en periodieke droogval.

De soortensamenstelling van boring 1052 is duidelijk anders dan de soortensamenstelling van boring 1079. De aanwezige soorten representeren veel meer een zoeter (minder zout) milieu en minder stromend water. Wel komen karakteristieke kustallochtone soorten als *Cymatosira belgica* en *Delphineis minutissima* nog voor, hetgeen aangeeft dat stromend (zee)water wel aanwezig is geweest. De aanwezigheid van diverse epipsammische taxa is een aanwijzing dat er periodieke (enkele dagen tot enkele weken) droogval van verschillende delen van het landschap mogelijk is geweest.

Kavel G

In boring 918, afkomstig uit een geulvormige laagte naast een relatief hoge dekzandrug zijn zowel taxa van mariene en marien-brakke milieus, als taxa van brak-zoete tot zoet-brakke milieus aangetroffen. De aangetroffen taxa zijn met name tychoplanktonische taxa, er zijn weinig planktonische taxa aangetroffen. Omdat ook fragmenten van mariene tot brak-mariene milieus zijn aangetroffen, is het aannemelijk dat de taxa van mariene en marien-brakke milieus (kust)allochtoon zijn. De aanwezigheid van de kustallochtone soort *Cymatosira belgica* indiceert dat er periodiek een verbinding met de verderaf gelegen open kust zal zijn geweest.

¹⁰⁹ Hoppenrath et al. 2007.

¹¹⁰ Muylaert & Sabbe 1996.

¹¹¹ Sabbe & Vyverman 1995.

Het aantal taxa uit zoet-brakke milieus is relatief hoog (diverse soorten uit de orde Fragilariales; *Opephora krumbeinii*, *Pseudostaurosira*). Dit zijn overwegend taxa van ondiepe (brak) waterplassen met geringe getijdeverschillen en periodieke (enkele dagen tot meerdere weken) plaatselijke droogval. Omdat ook fragmenten van mariene tot brak-mariene milieus zijn aangetroffen, is het aannemelijk dat de taxa van mariene en marien-brakke milieus (kust)allochtoon zijn. De aanwezigheid van de kustallochtone soort *Cymatosira belgica* indiceert dat er periodiek een verbinding met de verderaf gelegen open kust zal zijn geweest, waardoor zoute soorten het gebied konden binnenstromen.

Kavel I

In boring 1232, afkomstig uit de opvulling van de voormalige Eemgeul zijn met name onderin en bovenin de kern taxa uit zoet-brakke tot zoete milieus aangetroffen. Halverwege de kern zijn wat meer taxa uit brak mariene tot marine milieus aangetroffen.

De zoet-brakke tot zoete taxa (diverse soorten uit de orde Fragilariales; *Staurosirella cf. pinnata*, *Staurosira construens*, *Pseudostaurosira*) zijn overwegend tychoplanktonische en epipsammische taxa van ondiepe (brak) waterplassen met zeer geringe getijdeverschillen en periodieke (maximaal enkele maanden) droogval. De zoete soort *Fragilaria heidenii* komt veel voor.

De brak-mariene tot mariene soorten zijn overwegend tychoplanktonisch en planktonisch. De taxa *Navicula gregaria*, *Dimmeregramma minor* en *Cyclotella striata* zijn zoutminnende taxa, die vaak in brakwaterplassen en doorbraakkolken worden aangetroffen. Daarnaast zijn in vrijwel alle monsters kustallochtone soorten aangetroffen, hetgeen een aanwijzing is dat er ter plekke een (periodieke) verbinding met open zee zal zijn geweest.

Conclusies

De gegevens die verkregen zijn uit drie kernen laten alle drie enkele overeenkomsten, maar vooral ook duidelijke verschillen zien. Zo is de samenstelling van kern 1079 (afkomstig uit de diep ingesneden geul op kavel A) vooral sterk marien met nauwelijks zoete soorten. Opvallend is vervolgens dat kern 1052, die dicht in de buurt van kern 1079 is genomen (maar wel in een andere landschappelijke setting), een veel zoeter beeld laat zien dan boring 1079. In kern 918 (kavel G) is een combinatie van zowel zoete/zoet-brakke soorten als ook zoute soorten te zien, waarbij opgemerkt moet worden dat van de zoute indicatoren er relatief veel kustallochtone soorten bij zitten, die dus van verderaf getransporteerd zijn. In kern 1232 (kavel I) is een duidelijke mix te zien met onderin en bovenin vooral dominantie van zoete soorten en halverwege de kern een iets toenemende mariene invloed. In de gehele kern zijn echter ook kustallochtone soorten aanwezig, dus het lijkt waarschijnlijk dat de geul wel in verbinding heeft gestaan met open zee (er valt echter niet vast te stellen wat de

afstand tot open zee moet zijn geweest), maar dat er toch vooral ook voeding met zoet water vanuit het achterland heeft plaatsgevonden.

Opvallend is de aanwezigheid in veel monsters van enkele soorten die als “kustallochtoon” te boek staan. Tot de kustallochtone diatomeeën die zijn aangetroffen behoren vooral *Cymatosira belgica*, *Campylosira cymbelloides*, *Delphineis minutissima*, *Delphineis surirella*, *Odontella aurita*, *Skeletonema costatum* en de mariene soorten van het genus *Thalassiosira*.

Uit de diatomeeënanalyse blijkt dat het landschap voor langere perioden vooral heeft bestaan uit ondiepe (brak) waterplassen met geringe getijdeverschillen en mogelijk ook plaatselijk periodieke (tijdelijke, enkele dagen tot weken) droogvallende delen. Deze droogvallende delen zullen niet geschikt zijn geweest voor permanente bewoning en/of betreding door mensen, het oppervlak zal nog te nat en te modderig zijn geweest. De afwezigheid van aërofiele soorten geeft aan dat droogval in ieder geval niet voor veel langere tijd heeft geduurd.

6.4 Micropaleontologie: foraminiferen, ostracoden en mollusken

Er zijn in totaal 110 monsters na voorbehandeling (zie paragraaf 2.4) onderzocht op de aanwezigheid van microfauna (zie Tabellen 33-39, per monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht op mollusken, foraminiferen en ostracoden; gezamenlijk representeren deze drie de totale micropaleontologische inhoud). Ook is de klastische component van de monsters geïdentificeerd. Daar vanwege het vaak overvloedig aanwezige plantenmateriaal een kwantitatieve bepaling niet mogelijk was, worden de resultaten als semi-kwantitatieve data gegeven (o=zeer beperkt, x=aanwezig, xx= algemeen, xxx=veel, xxxx=zeer veel). Hierbij is uitgegaan van een vast volume residu. Binnen het organische gedeelte is onderscheid gemaakt tussen herkenbaar plantenmateriaal (als “detritisch” genoteerd) en na droging harde organische korsten, hier als “humeus” vermeld.

Per boring zijn de resultaten weergegeven in tabelvorm, waarbij lichtblauwe kleuren de aanwezigheid van ondiep mariene en estuariene milieus aangeven, donderblauwe kleuren geven de aanwezigheid aan van soorten die een verbinding met open zee indiceren, lichtgroene kleuren geven de aanwezigheid van soorten die geassocieerd worden met mariene milieus die niet permanent onder water staan, oranje kleuren geven de aanwezigheid aan van soorten die in zowel zoet als zout water voorkomen en gele kleuren geven de aanwezigheid aan van soorten die in zoete milieus voorkomen.

Micropaleontologische indicatoren

Sedimenten uit de kustzone bevatten potentieel een schat aan informatie. Naast de abiotische componenten (korrelgrootte en -vorm van de zandfractie, zware mineralen) toont het > 63 µm wasresidu vaak een aantal microfossielgroepen die een gedetailleerde ecologische interpretatie

mogelijk maken. In onderhavig project zijn dat voornamelijk foraminiferen (mariene eencellige organismen die een schaalpje van kalk of zand bouwen), ostracoden (microscopisch kleine kreeftjes met kalkschaaltjes) en diatomeeën. Foraminiferen zijn exclusief mariene organismen en worden in zoet water dus niet aangetroffen.

Foraminiferen zijn goede indicatoren voor parameters als waterdiepte, zuurstof- en zoutgehalte. De monsters met een foraminiferen fauna bestaande uit de kalkschalige soorten *Elphidium excavatum*, *Haynesina germanica* en *Ammonia beccarii* zijn karakteristiek voor ondiepe water kustwateren en estuaria. *Elphidium excavatum* komt typisch voor bij saliniteiten van 15-31 ‰, terwijl *Haynesina germanica* saliniteiten van 0-35 ‰ tolereert.¹¹² In kwelders komen vanwege de lage pH kalkschalige soorten niet voor, maar wordt hun plaats ingenomen door zandschalige soorten, zoals *Jadammina macrescens* en *Trochammina inflata*. Een overgang binnen een sectie van kalkschalige naar zandschalige soorten wijst op een overgang van een marginaal (ondiep) marien milieu naar een middelhoge tot hoge kwelder die voor kortere of langere tijd droog kan liggen. De aanwezigheid van exotische foraminiferen (fossiele soorten, vol mariene soorten) is een duidelijke aanwijzing voor transport.

Ostracoden daarentegen komen zowel in zoet als zout water voor. Ostracoden behoren tot de kreeftachtigen en hebben twee kleppen van calciumcarbonaat, vergelijkbaar met een mollusk. Behalve specifieke soorten is het al dan niet samen voorkomen van foraminiferen en ostracoden dan ook een duidelijke aanwijzing voor een zout dan wel een zoet milieu. Ostracoden ontwikkelen zich via negen groeistadia, de zogenaamde *instars*, waarbij steeds de oude schelp wordt afgeworpen. Na hun dood valt de schaal in twee kleppen uiteen. Een monster dat naast doubletten (de twee kleppen nog aan elkaar vast) ook alle groeistadia bevat is daarom kenmerkend voor *in situ* preservatie. De dominantie van *C. torosa* gekoppeld aan de vrijwel afwezigheid van foraminiferen is een aanwijzing voor een lage saliniteit.

Van de zeeklit, *Echinocardium cordatum*, worden enkel de stekels gevonden. Deze zee-egel leeft ingegraven in het sediment, na zijn dood laten de stekels los en deze kunnen vervolgens door water getransporteerd worden. De aanwezigheid van stekels in sedimentmonsters is een indicatie voor transport en daarmee een verbinding met open zee, dit zegt echter niks over de afstand tot open zee. In de monsters zijn vrijwel geen resten van mollusken aangetroffen. Wel zijn tijdens de beschrijvingen van de boorkernen in het veld af en toe schelpen (mollusken) als de platte slijkgaper, zoetwatermossel en vijverpluimdrager aangetroffen.

In onderstaande paragrafen zullen analyseresultaten per kavel kort in tekstvorm worden weergegeven. In Bijlage 8 staan de resultaten tevens uitgebreid beschreven en in tabelvorm

¹¹² Alve and Murray, 1999; Murray 2006.

weergegeven. In het volgende hoofdstuk zullen de resultaten worden gecombineerd met de microfauna, vegetatiegegevens en dateringen.

Kavel A

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
18	1079	A	840	1324	Lp. van Wormer (geul)
19	1079	A	800	1284	Lp. van Wormer (geul)
20	1079	A	760	1244	Lp. van Wormer (geul)
21	1079	A	720	1204	Lp. van Wormer (geul)
22	1079	A	680	1164	Lp. van Wormer (geul)
23	1079	A	640	1124	Lp. van Wormer (geul)
24	1079	A	600	1084	Lp. van Wormer (geul)
25	1079	A	560	1044	Lp. van Wormer (geul)
26	1079	A	520	1004	Lp. van Wormer (geul)
27	1079	A	480	964	Lp. van Wormer (geul)
28	1079	A	440	924	Lp. van Wormer (geul)
29	1079	A	400	884	Lp. van Wormer (geul)
30	1079	A	360	844	Lp. van Wormer (geul)
31	1079	A	320	804	Lp. van Wormer (geul)
32	1079	A	280	764	Lp. van Wormer (geul)
33	1079	A	240	724	Lp. van Wormer (geul)
34	1079	A	200	684	Lp. van Wormer (geul)
65	1076	A	435	915	Lp. van Wormer
66	1076	A	375	855	Lp. van Wormer
67	1076	A	345	825	Lp. van Wormer
68	1076	A	315	795	Lp. van Wormer
69	1076	A	285	765	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
70	1076	A	255	735	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
71	1076	A	225	705	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
72	1076	A	195	675	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
73	1076	A	165	645	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
74	1076	A	125	605	Almere Laag
91	982	A	380	867	Lp. van Wormer
92	982	A	340	827	Lp. van Wormer
93	982	A	300	787	Lp. van Wormer
94	982	A	260	747	Lp. van Wormer
95	982	A	220	707	Lp. van Wormer
96	982	A	185	672	Lp. van Wormer
367	1070	A	100	571	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)

368	1070	A	150	621	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
369	1070	A	200	671	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
370	1070	A	250	721	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
371	1070	A	300	771	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
372	1070	A	350	821	Lp. van Wormer (oeverafzettingen)
384	1052	A	117	599	Almere Laag
385	1052	A	175	657	Flevomeer Laag (organisch)
386	1052	A	268	750	Lp. van Wormer
387	1052	A	317	799	Lp. van Wormer
388	1052	A	378	860	Lp. van Wormer
389	1052	A	455	937	Lp. van Wormer

Tabel 33: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie van kavel A (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

De monsters uit boring 1079 bevatten vooral foraminiferen uit ondiep mariene milieus en estuaria en stekels van de zeeklit. Zandschalige foraminiferen zijn beduidend minder talrijk aanwezig. De bovenste monsters bevatten slechts een enkele foraminifeer en verder enkel plantenresten en diatomeeën, wijzend op een milieu waarbij de mariene invloed mogelijk zeer beperkt was.

De aanwezige foraminiferensoorten in boring 1076 betreffen soorten die indicatief zijn voor een marien milieu dat geregeld voor enige tijd (maximaal enkele maanden in het geval van hoge kwelders) droog kan vallen. De aanwezigheid van wormparels, Fe-oxiden, gips en framboïde pyriet duidt hier eveneens op. Wormparels zijn ronde pellets die gerelateerd zijn aan uitwerpselen van in de bodem rondkruipende wormen. Ze zijn een indicatie voor bioturbatie en kunnen ontstaan als een gebied minimaal 3 maanden droog ligt.¹¹³ Daarnaast zijn in deze boring diverse foraminiferen soorten aanwezig die duiden op een milieu met duidelijke mariene invloed met ondiep open water zonder droogvallende delen, ook zijn stekels van zeeklit aanwezig. De bovenste monsters bevatten geen microfossielen meer. Vermoedelijk is hier de mariene invloed nauwelijks meer aanwezig.

In boring 1070 komen kalkschalige karakteristieke ondiep mariene / estuariene soorten in wisselende hoeveelheden voor en komen zandschalige soorten spaarzaam voor. Enkele monsters bevatten stekels van de zeeklit. Monster 372 bevat ook enkele sporenkapsels van de zoetwater alg *Chara* sp.

Boring 982 wordt gekenmerkt door de ruime aanwezigheid van plantmateriaal en diatomeeën. Foraminiferen zijn slechts sporadisch aanwezig, aanwezige soorten betreffen zowel kalkschalige vormen als de zandschalige soorten. *Elphidium craticulatum* is duidelijk afwezig, hetgeen mogelijk duidt op saliniteiten < 15‰. In boring 1052 zijn beperkt foraminiferen aanwezig, dit betreft enkele kalkschalige soorten uit ondiep mariene milieus. Wel zijn er grote hoeveelheden van de diatomee

¹¹³ Mond. med. prof.dr. C.C. Bakels.

Navicula aangetroffen. Dit is een soort die vooral in zoete en zoet-brakke milieus voorkomt. De bovenste twee monsters bevatten een enkele ostracode en eikapsels van de watervlo *Daphnia* sp.

De onderzochte monsters van kavel A komen zowel uit het geul-oeverwalsysteem (1079, 1076 en 1070) alsook uit de omringende komgebieden (982 en 1052). De monsters uit het geul-oeverwalsysteem bevatten veel foraminiferen die allen mariene milieus aanduiden. Deze milieus betreffen zowel landschappen die voortdurend onder water staan en landschappen die periodiek voor maximaal enkele maanden kunnen droogvallen. De monsters die uit de komgebieden komen, bevatten veel minder foraminiferen, wel aanwezige soorten duiden op ondiep water en de aanwezigheid van de diatomee soort *Navicula* duidt op een zoet tot zoet brak milieu. Op basis van de microfauna kan worden geconcludeerd dat het geul-oeverwalsysteem op kavel A van mariene origine is en dat de omringende komgebieden vooral uit waterrijke zoet tot zoet-brakke milieus met een beperkte mariene invloed bestaan.

Kavel C

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
111	700	C	335	791	Flevomeer Laag (klastisch)
112	700	C	305	761	Flevomeer Laag (klastisch)
113	700	C	275	731	Flevomeer Laag (klastisch)
114	700	C	245	701	Flevomeer Laag (klastisch)
115	700	C	215	671	Flevomeer Laag (organisch)
116	700	C	185	641	Flevomeer Laag (organisch)
117	700	C	155	611	Almere Laag
118	700	C	308-309	764-765	Flevomeer Laag (klastisch)
140	648	C	360	815	Lp. van Wormer
141	648	C	330	785	Lp. van Wormer
142	648	C	300	755	Lp. van Wormer
143	648	C	270	725	Lp. van Wormer
144	648	C	240	695	Lp. van Wormer
145	648	C	210	665	Lp. van Wormer
146	648	C	175	630	Almere Laag
147	648	C	150	605	Almere Laag

Tabel 34: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel C (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

De onderzochte monsters van kavel C bevatten weinig (boring 648) tot geen foraminiferen (boring 700). De inhoud van boring 648 bevat beperkte aanwijzingen voor ondiep mariene milieus. De aanwezigheid van wormparels (270 cm) en Fe-oxiden/gips (240 cm) wijst op de overgang van een

marginaal marien milieu naar een meer terrestrisch milieu en/of de nabijheid van periodiek droogvallende gebieden.

In boring 700 zijn met name ostracoden aanwezig, inclusief doubletten (d), wijzend op in situ preservatie. Monster 118 (308 cm) bevat een fragment van de mollusk *Cardium edule* (Brakwaterkokkel) en visresten, mogelijk betreft het hier een stormlaagje. De boring in zijn geheel vertegenwoordigt een tamelijk hoog energetisch zoetwatermilieu (zandfracties), zonder duidelijke mariene invloed.

Kavel D

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
161	1168	D	375	852	Flevomeer Laag (klastisch)
162	1168	D	325	802	Flevomeer Laag (klastisch)
163	1168	D	295	772	Flevomeer Laag (klastisch)
164	1168	D	225	702	Flevomeer Laag (klastisch)
165	1168	D	175	652	Flevomeer Laag (klastisch)

Tabel 35: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel D (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

De inhoud van boring 1168 vertoont grote overeenkomst met het materiaal uit boring 700 en bevat voornamelijk ostracoden in variabele hoeveelheden. Foraminiferen, mollusken en stekels van zeeklit zijn afwezig. Vermoedelijk is hier sprake van een milieu dat vooral zoet is en weinig marien is beïnvloed, maar dat wel de nodige dynamiek kende.

Kavel E

De inhoud van boring 220 is vergelijkbaar met boringen 700 en 1168, dus wijzend op een vooral zoet milieu met zeer beperkte mariene invloeden en gezien de korrelgrootte met minder dynamiek dan boring 1168.

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
244	220	E	550	1023	Flevomeer Laag (organisch)
245	220	E	510	983	Flevomeer Laag (organisch)
246	220	E	470	943	Flevomeer Laag (organisch)
247	220	E	430	903	Flevomeer Laag (organisch)
248	220	E	390	863	Flevomeer Laag (organisch)
249	220	E	350	823	Flevomeer Laag (organisch)
250	220	E	310	783	Flevomeer Laag (organisch)
251	220	E	280	753	Flevomeer Laag (organisch)

Tabel 36: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

Kavel G

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
183	918	G	400	843	Lp. van Wormer
184	918	G	375	818	Lp. van Wormer
185	918	G	350	793	Lp. van Wormer
186	918	G	295	738	Lp. van Wormer
187	918	G	250	693	Flevomeer Laag (klastisch)
188	918	G	200	643	Flevomeer Laag (klastisch)
189	918	G	150	593	Flevomeer Laag (klastisch)
199	915	G	200	642	Flevomeer Laag (klastisch)
200	915	G	150	592	Flevomeer Laag (klastisch)

Tabel 37: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel G (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

In boring 915 zijn enkele foraminiferen aangetroffen welke indicatief zijn voor een ondiep marien milieu, daarnaast zijn vooral ostracoden aanwezig. In boring 918 zijn eveneens veel ostracoden aanwezig, evenals een enkele kwelder foraminifeersoort. Beide boringen geven een beeld van een vermoedelijk vooral zoet milieu met sporadisch wat mariene invloed, wel met enige dynamiek.

Kavel H

In boringen 736 en 771 is de inhoud redelijk vergelijkbaar met de boringen van kavel G. Wel zijn er in boring 771 iets meer foraminiferen aangetroffen, evenals stekels van de zeeklit. In boring 771 zijn daarnaast ook duidelijk zoete indicatoren aanwezig in de vorm van sluitplaatjes van de zoetwater slak *Bithynia tentaculata* en van de zoetwater ostracode *Candona* sp. In boring 736 zijn geen mariene indicatoren aanwezig, wel zijn flinke hoeveelheden van de ostracode *Cyprideis torosa* aanwezig. Ook hier lijkt het landschap dus vooral zoet te zijn, met beperkte mariene invloeden.

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
266	771	H	500	931	Lp. van Wormer
267	771	H	460	891	Lp. van Wormer
268	771	H	420	851	Lp. van Wormer
269	771	H	380	811	Lp. van Wormer
270	771	H	340	771	Lp. van Wormer
271	771	H	300	731	Lp. van Wormer
274	736	H	260	704	Lp. van Wormer
275	736	H	220	664	Lp. van Wormer

Tabel 38: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel H (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

Kavel I

Monster	Boring	Kavel	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm -NAP)	Stratigrafie
291	434	I	350	740	Lp. van Wormer (geul)
292	434	I	300	690	Lp. van Wormer (geul)
293	434	I	250	640	Lp. van Wormer (geul)
294	434	I	200	590	Lp. van Wormer (geul)
314	1232	I	640	1042	Lp. van Wormer (geul)
315	1232	I	610	1012	Lp. van Wormer (geul)
316	1232	I	580	982	Lp. van Wormer (geul)
317	1232	I	550	952	Lp. van Wormer (geul)
318	1232	I	520	922	Lp. van Wormer (geul)
319	1232	I	500	902	Lp. van Wormer (geul)
320	1232	I	450	852	Lp. van Wormer (geul)
321	1232	I	430	832	Lp. van Wormer (geul)
322	1232	I	400	802	Lp. van Wormer (geul)
323	1232	I	370	772	Lp. van Wormer (geul)
324	1232	I	340	742	Flevomeer Laag (organisch)
325	1232	I	310	712	Flevomeer Laag (organisch)
326	1232	I	280	682	Flevomeer Laag (organisch)
327	1232	I	250	652	Flevomeer Laag (organisch)
328	1232	I	220	622	Flevomeer Laag (organisch)

Tabel 39: Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel I (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

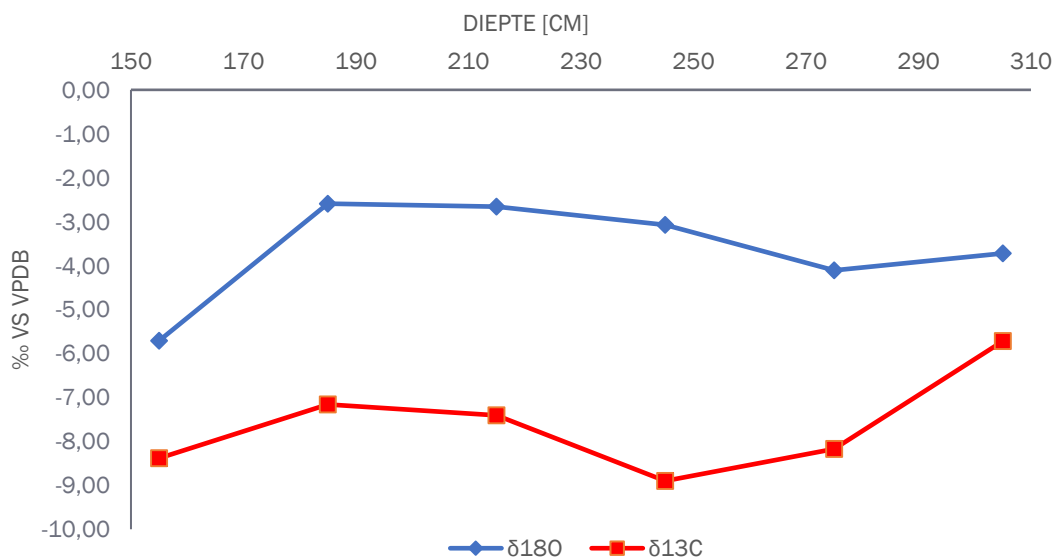
De boringen op kavel I zijn afkomstig uit de voormalige Eemgeul. De monsters uit boring 434 bevatten vooral houtresten, enkele diatomeeën en ostracoden. Mariene indicatoren zijn afwezig. In boring 1232 zijn in het onderste deel van de kern geen mariene indicatoren aanwezig. Halverwege de kern zijn spaarzame voorkomens van kalkschalige (ondiep mariene) en zandschalige (kwelder) foraminiferen aanwezig. Daarnaast zijn stekels van zeeklit aanwezig. In het bovenste deel van de boring komen grote hoeveelheden pennate diatomeeën, van vermoedelijk de zoete (zoet-brak / brak-zoet) soortenfamilie *Navicula* sp. voor.

Ostracoden

In veel van de geanalyseerde monsters zijn ostracoden (mosselkreeftjes) van de soort *Cyprideis torosa* aangetroffen. Deze soort kan in zowel zoete, tot brakke en meer zoute milieus voorkomen. De kalkskeletjes van de ostracoden zijn regelmatig in doublet aangetroffen, hetgeen aangeeft dat ze niet zijn getransporteerd en in-situ zijn gevormd. Met name deze gegevens maakt dat ostracoden geschikt zijn om aan de hand van de stabiele isotopensamenstelling van zuurstof en koolstof een beeld te

krijgen van de saliniteit van het waarin ze gevormd zijn.¹¹⁴ Als onderdeel van de multi-proxy analyse is daarom van enkele monsters uit Oosterwold een korte testanalyse uitgevoerd om te bepalen of deze methodiek ook waardevolle resultaten kan opleveren in het kader van de milieu- en landschapsreconstructies voor Oosterwold. Hiertoe zijn vanuit de eerste micropaleontologische analyses 11 monsters geselecteerd waarin ostracoden in doublet aanwezig zijn. Dit betreft 2 monsters uit kern 1079 (kavel A), 6 monsters uit kern 700 (kavel C) en 3 monsters uit kern 1232 (kavel I). Deze monsters zijn allen in tweevoud geanalyseerd (waarden staan weergegeven in Bijlage 8F).

In Afb. 13 zijn de stabiele isotopen waarden van zes monsters uit de Flevomeer Laag uit boring 700 (aangegeven als promillage (‰) vs. VPDB) voor koolstof en zuurstof uitgezet tegen de diepte t.o.v. maaiveld. De aanwezige spreiding in waarden ten opzichte van de diepte in de boring is een aanwijzing dat er sprake is van een beperkte variatie in saliniteit in het profiel: van onder naar boven in het profiel neemt de saliniteit kortstondig af om vervolgens iets toe te nemen en om uiteindelijk toch weer duidelijk af te nemen (een sterker negatieve waarde indiceert zoete condities, een waarde dicht bij nul indiceert zoutere condities). De toename in saliniteit lijkt overeen te komen met de aanwezigheid van de silica-klastische sedimenten van de Flevomeer Laag. Daarmee zou hier een aanwijzing kunnen liggen voor een beperkte mariene invloed bij de genese van deze sedimenten. Hoewel hier slechts een beperkte test is uitgevoerd, lijkt de methode een waardevolle aanvullende proxy te zijn voor milieureconstructies van holocene sedimenten in Almere, met name als het gaat om variaties in saliniteit en daarmee wellicht ook variaties in de dynamiek in het milieu.



Afbeelding 13: Analyseresultaten stabiele zuurstof en koolstofisotopen boring 700.

¹¹⁴ cf. Troelstra et al. 2018.

Conclusies micropaleontologisch onderzoek

Uit het micropaleontologisch onderzoek komt - evenals het onderzoek van diatomeeën - naar voren dat het holocene landschap in Oosterwold slechts in beperkte mate onder zoute (mariene) invloed heeft gestaan en dat het grootste deel van het gebied vooral heeft bestaan uit zoete / zoet-brakke natte milieus. Een deel van Kavel A vormt hierop een duidelijke uitzondering.

Foraminiferen zijn dominant aanwezig in sedimenten van het geul-oeverwalsysteem op kavel A. De hieraan gerelateerde mariene milieus betreffen zowel landschappen die voortdurend onder water staan en landschappen die periodiek voor enkele maanden kunnen droogvallen. De monsters die uit de omringende komgebieden komen, bevatten veel minder foraminiferen. De wel aanwezige soorten duiden op ondiep water en de aanwezigheid van de diatomee soort *Navicula* duidt op een zoet tot zoet brak milieu. Op basis van de microfauna kan worden geconcludeerd dat het geul-oeverwalsysteem op kavel A van mariene origine is en dat de omringende komgebieden vooral uit waterrijke zoet tot zoet-brakke milieus met een beperkte mariene invloed bestaan.

In de andere gebieden in Oosterwold (kavels C-I, waaronder de Eemgeul op kavels H en I) is het beeld duidelijk anders met slechts sporadische voorkomens van foraminiferen. Op basis van de diatomeeën kon hiervan al worden vastgesteld dat deze gebieden in aanzienlijk mate zoet / zoet-brak waren, de zeer beperkte aanwezigheid tot afwezigheid van foraminiferen is een indicator dat een zoetwatermilieu hier overheersend zal zijn geweest. De sporadische voorkomens van foraminiferen, gecombineerd met de plaatselijke aanwezigheid van stekels van de zeeklit geeft aan dat er af en toe een mariene invloed is geweest of dat er van tijd tot tijd een verbinding met open zee geweest zal zijn.

6.5 Palynologie

Voor het onderzoek naar de reconstructie van het landschap en milieu van het Laagpakket van Wormer is boorkern 1232 van Kavel I bemonsterd voor pollenonderzoek. In totaal zijn van deze kern 13 monsters geanalyseerd (zie Tabel 40 voor het monsteroverzicht). De resultaten zijn weergegeven in een pollendiagram (zie Bijlage 8B) en worden in deze paragraaf beschreven. Voor een uitgebreide beschrijving wordt verwezen naar Bijlage 8B.

Het diepste monster kenmerkt zich door een diverse pollensamenstelling. Het boompollenspectrum wordt gedomineerd door els (*Alnus*), hazelaar (*Corylus*) en eik (*Quercus*). Daarnaast komt pollen van berk (*Betula*), haagbeuk (*Carpinus*), beuk (*Fagus*), den (*Pinus*), linde (*Tilia*) en iep (*Ulmus*). Van deze taxa zijn els en in mindere mate berk vochtminnend en kenmerkende onderdelen van een zogenaamd broekbos. Daarnaast zijn bepaalde soorten eik en iep, zoals de zomereik en ruwe iep, taxa die bestand zijn tegen een influx van zoute winden, zonder dat daarbij teveel schade aan de bomen

ontstaat.¹¹⁵ De overige taxa zijn kenmerkend voor drogere grondtypen en zijn waarschijnlijk afkomstig van hoger gelegen bossen in de nabije omgeving (bijvoorbeeld hogere dekzandkoppen).

Monsternr.	Diepte (cm - MV)	Diepte (cm - NAP)	Stratigrafie
348	580	982	Lp. van Wormer
349	550	952	Lp. van Wormer
350	520	922	Lp. van Wormer
351	500	902	Lp. van Wormer
352	450	852	Lp. van Wormer
353	430	832	Lp. van Wormer
354	400	802	Lp. van Wormer
355	370	772	Lp. van Wormer
356	340	742	Flevomeer Laag (organisch)
357	310	712	Flevomeer Laag (organisch)
358	280	682	Flevomeer Laag (organisch)
359	250	652	Flevomeer Laag (organisch)
360	220	622	Flevomeer Laag (organisch)

Tabel 40: Overzicht pollenmonsters boorkern 1232.

Grassen (*Poaceae*) vormen de meest voorkomende taxa van non-arboreaal pollen in het spectrum. In combinatie met het hoge percentage els en de daarbij horende waterrijke omgeving, is het waarschijnlijk dat de meeste graspollen afkomstig zijn van riet (*Phragmites*). Daarnaast wordt lisdodde (*Typha*) ook op deze diepte gevonden. Lisdodde komt voornamelijk voor langs waterkanten van kleine watergebieden, zoals riviertjes en meertjes, in zeer voedselrijke omstandigheden, waar lisdodde vaak een rol speelt bij de verlanding van gebieden. Ook worden enkele families aangetroffen die moerasachtige soorten omvatten, zoals *Apiaceae* (schermbloemenfamilie), *Chenopodiaceae* (ganzenvoetfamilie) en *Brassicaceae* (kruisbloemenfamilie). Deze families zijn niet altijd indicatief voor een natte omgeving, maar passen wel in een dergelijke omgeving. Ze kunnen echter ook in de kruidlaag van een droger en hoger gelegen bos voorkomen. Daarnaast komen in hele kleine aantallen pollen van heidesoorten (*Ericales*) voor. Tenslotte zijn verschillende sporen te herkennen in het spectrum, zowel monoletale als trilete typen, die over het algemeen varens representeren. Voor de voorplanting hebben varens, net als mossen, relatief veel water nodig, wat betekent dat er voldoende water aanwezig moet zijn op hun standplaats. Om deze reden kan dit betekenen dat deze varens langs de waterkanten van ondiep water voorkomen, maar het kan ook betekenen dat ze voorkomen op schaduwrijke plekken in het hoger gelegen bos waar vocht langzamer verdampt. Verder komt type

¹¹⁵ Dirr 1976.

HdV-128A in dit monster voor, het voorkomen van dit type wordt gelinkt aan eu- en mesotroof open water.

Het monster hierboven vertoont grotendeels eenzelfde beeld van de vegetatie. Er vindt een kleine toename plaats in het percentage hazelaar en een hele lichte toename in de hoeveelheid berk, terwijl de hoeveelheid els en den iets afnemen. Verder komen er winde (*Convolvulus*) soorten voor in het spectrum. In Nederland komen de haagwinde (*Convolvulus sepium*) en de zeewinde (*Convolvulus soldanella*) voor. De haagwinde komt vooral voor op natte gronden op voedselrijke grond, waar het in rietlanden en op ruigtes groeit, vaak aan de rand van moerasbossen en broekbossen. Op deze manier past de plant goed in het beeld dat met de rest van de voorkomende taxa geschetst kan worden. De zeewinde komt echter vooral voor op zandrijke grond aan zee. Verder komt in dit monster pollen van de *Asteraceae*-familie (composieten familie) voor, die net als de andere kruidachtige families in het vorige monster moerasachtige soorten kan omvatten. Dit geldt ook voor de planten van de zuring (*Rumex*), die naast *Asteraceae* in dit monster voorkomen. Naast de kleine hoeveelheid heidesoorten komt er op deze diepte ook veenmos (*Sphagnum*) in lage hoeveelheden voor. Samen schetst dit een beeld van een heide en veengebied in de buurt van de monsterlocatie.

Ook in de volgende drie monsters is het pollenspectrum in grote lijnen gelijk aan de vorige monsters. Er zijn slechts zeer kleine veranderingen in het boompollenspectrum. De grassenfamilie blijft de dominante soort en vanaf hier komt de cypergrassenfamilie (*Cyperaceae*) voor het eerst voor in het spectrum. Grassen uit deze familie komen vaak voor in natte omstandigheden, waar de bodem vochtig is tot waar deze net onder water is. Verder komt hier *Pediastrum* voor het eerst voor. Deze groenalg leeft in rustig zoetwater, wat overeen lijkt te komen met de cypergrassen die hier ook voorkomen.

In het volgende monster (353) is de voornaamste verandering de eerste aanwezigheid van wilg (*Salix*). Wilg is vaak te vinden op de overgang tussen land en water, met name langs rivieren. Er zijn lichte schommelingen te zien in de hoeveelheden van de kruidige grasland families, zoals *Apiaceae*, *Asteraceae* en *Brassicaceae*. *Cyperaceae* verdwijnt op deze diepte uit het spectrum en ook in de hoeveelheid lisdodde kan een kleine daling worden geobserveerd. De percentages van de heidesoorten en veenmos blijven verder vrijwel onveranderd. De varens sporen daarnaast blijven op deze diepte ook ongeveer hetzelfde al is er een kleine stijging in de hoeveelheid trilete sporen.

In monsters 354 en 355 zijn er wederom zeer weinig veranderingen, binnen de kruidige taxa komt valeriaan (*Valeriana*) voor, waarvan de kleine valeriaan (*Valeriana dioica*) vaak voorkomt in combinatie met elzenbroekbossen, wat past in het beeld van het landschap in dit gebied. Daarnaast is dit de enige diepte waarop op *Podospora* gevonden wordt. Dit is een schimmelgenus dat vaak met mest van grote grazers wordt geassocieerd.

Monster 356 ligt op de lithostratigrafische overgang van het Laagpakket van Wormer naar de Flevomeer Laag. Sedimentologisch houdt dit in dat er sprake is van een overgang van toename in sedimentatie van detritusgyttja en waarbij het areaal aan rietveen afneemt. In het pollenbeeld

verandert er echter wederom weinig. Er is een licht daling in het percentage graspollen zichtbaar en de varensporten dalen licht. In monster 357 bestaat de verandering uit het voorkomen van alssem (*Artemisia*), waarvan meerdere soorten in Nederland voorkomen. Veel van deze soorten komen voor op bijvoorbeeld ruige plaatsen, maar ook op schorren en kwelders. Dit kan duiden op de nabijheid van zee, het kan echter ook indicatief zijn voor de natte omgevingen met riet en de verschillende kruiden (zoals die in vrijwel alle eerdere monsters voorkwamen). Vanaf dit monster zijn daarnaast twee typen algen HdV-19 en HdV-27 gevonden. Het ecologisch voorkomen van HdV-19 is onbekend, maar type HdV-27 komt alleen voor in combinatie met veenmos en wordt dus gelinkt aan veen.

In monster 358 is een duidelijke verandering in het landschap waarneembaar. In de hoeveelheid boompollen is de verandering beperkt en in de hoeveelheid non-arboreaal pollen is de grassenfamilie nog steeds het dominante taxon. De duidelijke veranderingen in het landschap uiten zich in de hoeveelheid heidesoorten en veenmos die duidelijk toenemen, vergeleken met de onderliggende monsters. Naast deze toename is er ook een grote toename in de hoeveelheid varensporten, zowel monolet als de trilete sporen. Ook de hoeveelheid *Pediastrum* neemt sterk toe. Hiernaast is er een grotere diversiteit in sporen en algen aangetroffen in dit monster, waarin *Gelasinospora*, type HdV-10, HdV-16 voorkomen naast type HdV-19 en HdV-27. *Gelasinospora* is net als *Podospora* een mestschimmel. Type HdV-10 is een schimmel die groeit op de wortels van *Calluna vulgaris*, een heide soort die kenmerkend is voor lokale droge omstandigheden in een hoogveen. Type HdV-16 gedijt goed op de mesotrofe omstandigheden van een veen met veenmos. Beide zijn in overeenstemming met de toename in de hoeveelheid heidesoorten en veenmos.

In monster 359 komt de plantenfamilie *Fabaceae* voor het eerst in het pollenspectrum voor. De *Fabaceae* bestaan in Nederland uit een breed scala aan verschillende kruidachtige planten en kunnen om deze reden verschillende landschappen beschrijven. De heidesoorten en veenmos blijven in dit monster ongeveer gelijk aan het vorige.

Het laatste monster lijkt wat betreft arboreaal pollen op het voorgaande monster. Els, hazelaar en eik blijven de dominante soorten. De hoeveelheid els en hazelaar stijgen licht, terwijl het percentage eik licht daalt. De dominante soort onder de non-arboreaal pollen blijft ook in het laatste monster de grassenfamilie. Daarnaast komen er in dit monster twee taxa voor die niet eerder in het pollenspectrum gevonden werden. Allereerst komt er munt (*Mentha*) voor in de pollensom. Over het algemeen hebben muntsoorten die in Nederland voorkomen een natte omgeving nodig om te overleven, het voorkomen duidt dus op natte omstandigheden. Daarnaast is duindoorn (*Hippophae rhamnoides*) in dit monster gevonden. Duindoorn komt bijvoorbeeld voor langs rivieren en in de kustgebieden. De hoeveelheid heidesoorten en veenmos blijven ook in dit monster ongeveer gelijk aan het voorgaande. Ook de hoeveelheid varensporten blijft ongeveer gelijk. Daarnaast wordt in dit monster een lage hoeveelheid niervaren (*Dryopteris*) aangetroffen.

Conclusies pollenonderzoek kern 1232

Het boompollenspectrum in het pollendiagram wordt gedomineerd door els (*Alnus*), hazelaar (*Corylus*) en eik (*Quercus*). Daarnaast komt pollen voor van berk (*Betula*), haagbeuk (*Carpinus*), beuk (*Fagus*), den (*Pinus*), linde (*Tilia*) en iep (*Ulmus*). Van deze taxa zijn els en in mindere mate berk vochtminnend en kenmerkende onderdelen van een zogenaamd broekbos. De overige boomtaxa zijn kenmerkend voor drogere grondtypen en zijn waarschijnlijk afkomstig van hoger gelegen bossen in de nabije omgeving (zoals de hogere dekzandkoppen). De variatie is in de gehele sequentie zeer beperkt, hetgeen aangeeft dat het landschap voor langere tijd stabiel en weinig dynamisch was.

Grassen (*Poaceae*) vormen de meest voorkomende taxa van non-arboreaal pollen in de pollensequentie. In combinatie met het hoge percentage els en de daarbij horende waterrijke omgeving, is het waarschijnlijk dat de meeste graspollen afkomstig zijn van riet (*Phragmites*). Daarnaast wordt lisdodde (*Typha*) ook regelmatig gevonden. Lisdodde komt voornamelijk voor langs waterkanten van kleine watergebieden, zoals riviertjes en meertjes, in zeer voedselrijke omstandigheden. Ook worden enkele families aangetroffen die moerasachtige soorten omvatten, zoals *Apiaceae* (schermbloemenfamilie), *Chenopodiaceae* (ganzenvoetfamilie) en *Brassicaceae* (kruisbloemenfamilie). Deze families zijn niet altijd indicatief voor een natte omgeving, maar passen wel in een dergelijke omgeving. Ze kunnen echter ook in de kruidlaag van een droger en hoger gelegen bos voorkomen. Daarnaast komen in hele kleine aantallen pollen van heidesoorten (*Ericales*) voor. Tenslotte zijn verschillende sporen te herkennen in het spectrum, zowel monolet als trilet typen, die over het algemeen varens representeren. Voor de voorplanting hebben varens, net als mossen, relatief veel water nodig, wat betekent dat er voldoende water aanwezig moet zijn op hun standplaats. Om deze reden kan dit betekenen dat deze varens langs de waterkanten van ondiep water voorkomen, maar het kan ook betekenen dat ze voorkomen op schaduwrijke plekken in het hoger gelegen bos waar vocht langzamer verdampt. Verder komt type HdV-128A in dit monster voor, het voorkomen van dit type wordt gelinkt aan eu- en mesotroof open water.

Het vegetatiebeeld dat uit het pollenonderzoek naar voren komt is een landschap dat voor langere tijd (enkele duizenden jaren, tijdens de ontwikkeling van de milieus van het Laagpakket van Wormer en de Flevomeer Laag) zeer stabiel is geweest en weinig dynamiek kende. De aanwezige vegetatie betrof met name natte vegetatietypen bestaande uit rietmoerassen, broekbossen en varens met in de nabijheid iets hoger gelegen drogere loofbossen. In de pollenbeelden zijn vrijwel geen zoute invloeden te zien.

In vergelijking met de resultaten uit de diatomeeën en micropaleontologische onderzoeken (waarvan ook monsters uit dezelfde kern zijn geanalyseerd) valt het op dat in de vegetatie helemaal geen zout signaal aanwezig is, en dat voor een lange periode van vermoedelijk enkele duizenden jaren. In de soortenspectra van de diatomeeën en foraminiferen waren wel enkele zoute indicatoren zichtbaar (in

een verder vooral zoet milieu). Dit doet vermoeden dat deze zoute soorten met bijvoorbeeld stormvloed het gebied in zijn gedreven.

6.6 Botanische macroresten

Het onderzoek naar botanische macroresten heeft twee doelstellingen: ten eerste geschikt materiaal voor ¹⁴C-dateringen selecteren (t.b.v. landschappelijke reconstructies) en ten tweede landschappelijke en milieu-informatie verzamelen van holocene afzettingen. In totaal zijn 104 monsters hiertoe onderzocht. Over het algemeen bevatten de kleine monsters geen tot slechts enkele determineerbare plantenresten (zie Bijlage 8C). Vanwege de beperkte hoeveelheid macroresten en de kleine monsters, is er geen verdere analyse uitgevoerd en zijn de aangetroffen soorten in tabelvorm weergegeven (Bijlage 8C).

In de monsters waar determineerbare soorten zijn aangetroffen, gaat het vaak om dezelfde soorten. Aangetroffen soorten zijn met name *Cyperaceae* sp., (Cypergras familie) waaronder met name een aantal *C. Carex* (Zegge) soorten. Ook *Amaranthaceae* *Chenopodium atriplex* sp. (Melde) is aangetroffen. *Brassicaceae* *Brassica* sp. (Koolsoorten) zijn in kleine getalen vertegenwoordigd.

Cypergrassoorten zijn kenmerkend voor wetlands. Gewone waterbies komt in gematigde streken vrij algemeen voor langs oevers en zelfs in ondiep water. Het geslacht Melde omvat soorten die voorkomen in uiteenlopende ecologische omstandigheden, variërend van woestijnsoorten tot zoutminnende soorten. In een enkel monster is *Sphagnum* (Veenmos) aangetroffen. In meerdere monsters is *Ruppia maritima*, ofwel Snavelruppia aangetroffen. Deze soort doet het goed in zonnig, ondiep en helder, matig voedselrijk, stilstaand, zwak basisch tot kalkhoudend, brak tot zilt water met een sterk wisselend zoutgehalte boven een klei- of zandbodem. Ze verdraagt weinig golfslag.¹¹⁶

Cladium mariscus (Galigaan) is eveneens in meerdere monsters aangetroffen en in een soort die voorkomt langs oevers van plassen en vennen, in veenmoerassen, en ook in moerasbos en duinvalleien. *Sinapis arvensis* (Herik) is in enkele monsters aangetroffen en is een soort die voorkomt op akkers, vooral op klei. *Rubus fruticosus* (Gewone Braam) is in 1 monster aangetroffen en komt voor op droge tot natte, al dan niet voedselrijke grond in bossen, heggen en ruigten. *Menyanthes trifoliata* (Waterdrieblad) is tenslotte in meerdere monsters aangetroffen en is een soort die in ondiep water in veenmoerassen, vennen en duinvalleien en soms in moerasbos voorkomt. De soort is zoutmijdend. Hoewel vanuit de macrobotanische waarderings slechts beperkte resultaten zijn verkregen, passen de aangetroffen soorten wel in het beeld dat ook aan de hand van andere proxies is verkregen, namelijk dat van een dominant nat en zoet landschap met zeer beperkte aanwijzingen voor zoute invloeden.

¹¹⁶ www.floron.nl

7 Landschappelijke ontwikkeling en bewoningsmogelijkheden tijdens het Holocene in Oosterwold en archeologische verwachting Laat-Paleolithicum

7.1 Inleiding

Aan de hand van de in het vorige hoofdstuk gepresenteerde resultaten van de multiproxy-analyses (microfauna, micropaleontologie, vegetatie) zal in dit hoofdstuk een karakterisering worden gemaakt van holocene landschappen zoals deze in Oosterwold aanwezig zijn. Daarbij is het plangebied onderverdeeld in een zuidelijk deel (gegevens van kavels G, H en I), een centraal deel (gegevens van kavels C, D en F) en van het noordelijke deel (kavel A).

Vervolgens wordt voor heel Oosterwold een paleogeografische reconstructie gepresenteerd voor de periode vroeg- tot midden-Holocene en wordt van de gereconstrueerde landschappen beoordeeld in hoeverre deze bewoonbaar en of te gebruiken zijn geweest door de mens. Tenslotte wordt in dit hoofdstuk ook nog ingegaan op de aard en ouderdom van humeuze niveaus, welke zich in sedimenten onder het dekzand in het Laagpakket van Singraven bevinden, hierbij wordt tevens beoordeeld in hoeverre er sprake is van een uniform niveau en of er sprake is van een archeologisch relevant niveau (met name m.b.t. het Laat-Paleolithicum).¹¹⁷

7.2 Reconstructie van holocene landschappen in Oosterwold

De klassieke Nederlandse holocene landschapontwikkeling begint ook in Oosterwold met vorming van het Basisveen, welke gerelateerd is aan de stijging van de zeespiegel en daarmee gepaard gaande stijging van de grondwaterspiegel. Aangezien onderhavig onderzoek zich vooral richt op de ontwikkeling en genese van landschappen die gevormd zijn boven het basisveen, zijn er nu geen basisveendateringen (zeespiegelindexpunten) verkregen. Voordat in Oosterwold de zeespiegelstijging duidelijk invloed kreeg, bestonden landschappelijke processen vermoedelijk alleen uit enige sedimentatie in het dal van de Eem.

Zuidelijk deel Oosterwold Kavels I, H, G

Kavel I:

Zoals in Hoofdstuk 3 is beschreven, is het landschap in het zuidelijk deel van Oosterwold bijzonder, met de aanwezigheid van een hoog rivierduincomplex, dat wellicht gedurende het Laatglaciaal is opgewaaid uit de bedding van de Eem. Gedurende het Holocene is hier in de Eemdepressie hier in

¹¹⁷ Cf. Van den Biggelaar 2017 (Hoofdstuk 4).

de vervolgens een dik pakket sediment afgezet (met een dikte van meer dan 6 meter). Voor de landschapsreconstructie van dit deel van Oosterwold zijn meerdere boorkernen bemonsterd, waarbij kern 1232 het meest intensief is onderzocht. Deze kern zal in deze paragraaf uitgebreid worden besproken en zal worden aangevuld met enkele gegevens uit kern 434. In Afb. 14 zijn de resultaten van het multi-proxyonderzoek van kern 1232 visueel weergegeven naast de sedimenten van de boorkern zelf. Aan de hand van de pollenanalyse is een korte omschrijving van de vegetatie weergegeven (per geanalyseerd monster), daarnaast zijn de resultaten van de diatomeeën analyses vertaald naar saliniteit van het water en naar leefmilieu van de aangetroffen soorten. Op basis van de micropaleontologische analyses is weergegeven welke zoet en/of zout gerelateerde componenten in de monsters aanwezig zijn.

De twee onderste foraminiferenmonsters (640 en 610 cm -MV / 1042 en 1012 cm -NAP) komen uit beddingsediment van de Eem en bevatten geen foraminiferen en ostracoden. Ze zijn rijk aan zeer fijn tot fijn/grof zand met enig detritisch plantmateriaal en glauconiet. De soortensamenstelling van de diatomeeëngemeenschap wordt gedomineerd door zoete en zoet-brakke tychoplanktonische taxa. Dit wijst op een zoet-brak, ondiep en spaarzaam begroeid nat gebied, waarbij de bron van het water vermoedelijk een beek of kleine rivier betreft (in dit geval de Eem).

In de bovenliggende laag (580 cm -MV / 982 cm -NAP) is het milieu en landschap min of meer hetzelfde: een spaarzaam begroeid zoet-brak binnenmeer waar periodiek water van marien-brakke oorsprong binnenstroomt. De aanwezigheid van enkele kustallochtone diatomeeën soorten geeft aan dat er zeer waarschijnlijk reeds een verbinding met open zee bestond. Het gebied zal echter met name gevoed zijn door zoet water dat vanuit het achterland binnenstroomde. Foraminiferen en ostracoden zijn niet aanwezig. Botanische macroresten in dit niveau geven zowel de brakke (snavelruppia (*Ruppia maritima*)), alsmede de zoete component in het milieu weer (waterdrieblad (*Menyanthes trifoliata*)). Pollen van els in combinatie met de grote hoeveelheid grassen (waarschijnlijk riet) en lisdodde duiden op een zeer nat gebied (elzenbroekbos met natte gras- en rietlanden). Ook komt schimmel HdV-type 128A voor, welke indicatief is voor eu- en mesotroof open water. Dit wordt onderschreven door het voorkomen van de kruidige taxa *Apiaceae*, *Chenopodiaceae* en *Brassicaceae*. In de buurt komen rond deze periode hoger gelegen drogere zandgronden voor, waar de overige boompollen voornamelijk voorkomen (dit komt overeen met het beeld van het hoge rivierduin naast de Eemgeul).

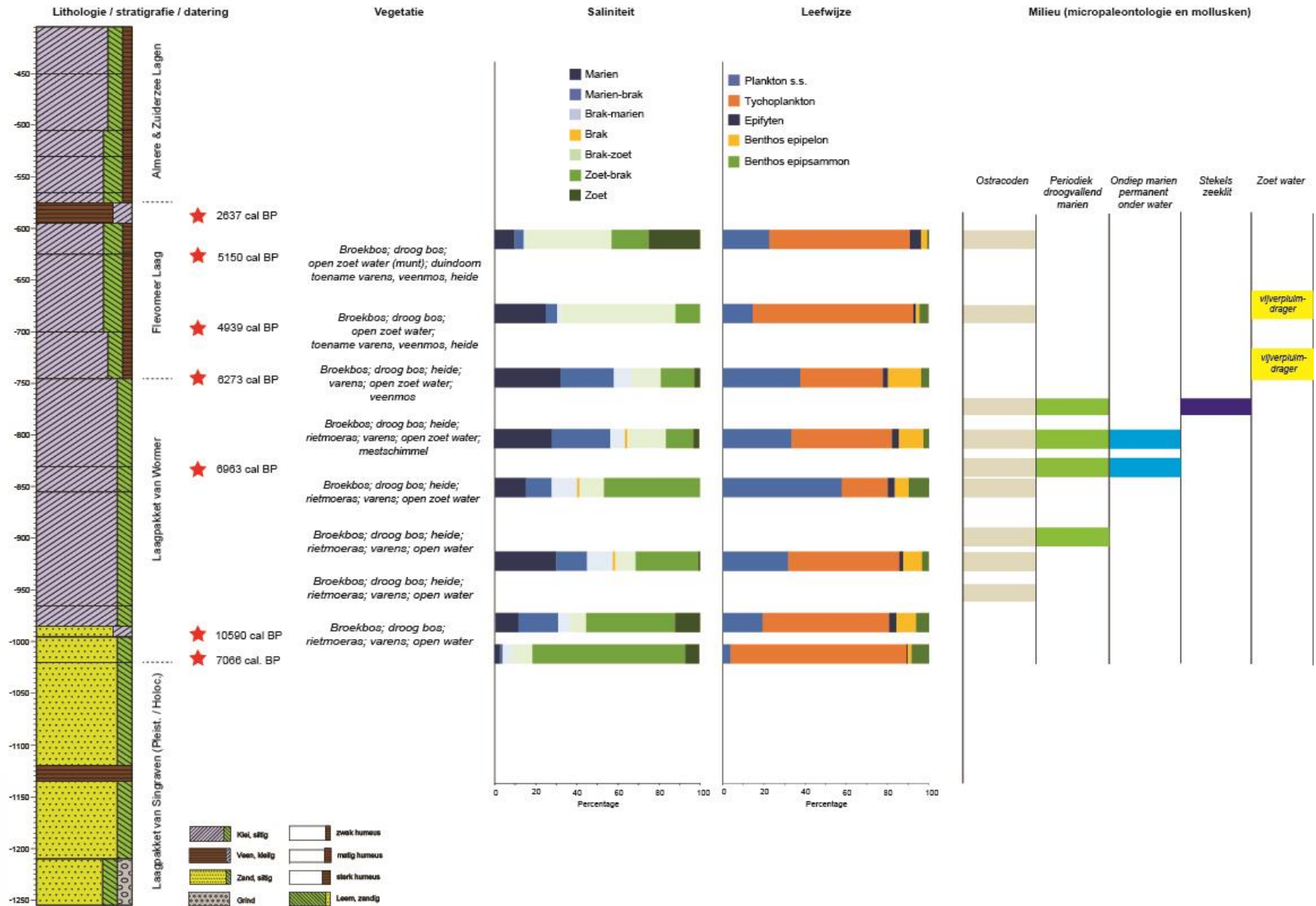
Van bovengenoemde niveaus (monsters 329 en 330, zie Tabel 41) zijn twee ¹⁴C-dateringen beschikbaar, het onderste monster (610 cm -MV / 1012 cm -NAP) geeft een datering in het Atlanticum (7066 cal. BP), het monster erboven (580 cm -MV / 982 cm -NAP) geeft een datering uit het Preboraal (10590 cal. BP). Vermoedelijk betreft in ieder geval de datering uit het Preboreaal een datering van materiaal dat verspoeld is, aangezien onderliggend monster een beduidend jongere datering heeft. Ook hierboven (op 550 cm -MV / 952 cm -NAP) is een vergelijkbaar vegetatiebeeld te zien. De in dit monster voorkomende winde groeit voornamelijk op voedselrijke bodems in rietland ruigtes en aan

de rand van moerasbossen. Dit past in combinatie met het hoge percentage grassen (met name riet) goed in het open landschap met een zeer natte bodem. De lage hoeveelheden heidesoorten en veenmos duiden op de aanwezigheid van een veengebied, mogelijk op enige afstand van de monsterlocatie. De boomsoorten tonen ook hier de nabijgelegen hogere zandgronden. Op dit niveau zijn foraminiferen niet aanwezig, maar zijn wel in beperkte mate ostracoden aangetroffen. Alles wijst nog steeds op een nat en vooral zoet milieu.

In het pollenmonster op 520 cm -MV (922 cm -NAP) is het eerste voorkomen van *Cyperaceae* een beperkte landschappelijke (vegetatie) verandering. Cypergrassen komen voor in natte omstandigheden, waar de bodem vochtig is of net onder water staat. Ook het voorkomen van de schimmel *Glomus* kan aan deze natte omstandigheden gelinkt worden. In de diatomeeënsamenstelling is de invloed van marien-brak water wel toegenomen, maar de soortsamenstelling blijft overwegend zoet-brak tot brak-zoet. De combinatie wijst op een spaarzaam begroeid ondiep brakwater meer. Een verbinding met open zee was vermoedelijk ook nog steeds aanwezig, getuige de aanwezigheid van relatief veel kustallochtone soorten. Andere zoute invloeden in de vorm van foraminiferen zijn niet aanwezig.

De pollensamenstelling in het monster op 500 cm -MV (902 cm -NAP) is vrijwel onveranderd ten opzichte van het vorige monster. Een kleine verandering is te zien in het eerste voorkomen van *Pediastrum*, wat erop kan duiden dat het water in de omgeving vrijwel stilstaand is. Tussen 500 en 370 cm -MV (902-772 cm -NAP) bevat het sediment spaarzame voorkomens van enkele kalkschalige en zandschalige foraminiferen, welke geassocieerd worden met ondiep mariene milieus en met milieus die periodiek kunnen droogvallen. Het is echter ook mogelijk dat het hier gaat om soorten die in het gebied binnen zijn gedreven (vergelijkbaar met kustallochtone diatomeeën) en daarmee niet zo zeer representatief zijn voor het landschap ter plekke. In het pollenspectrum van het monster op 450 cm -MV (852 cm -NAP) zijn veranderingen in het landschap minimaal. De diatomeeënsamenstelling (met een kleine toename van zoet-brakke soorten) wijst nog steeds op een ondiep brakwatermilieu. Het niveau op 430 cm -MV (832 cm -NAP) dateert in het midden Atlanticum (6963 cal. BP). Qua vegetatie zijn elen en langzaam afgenomen. In dit monster is wilg aangetroffen, een soort die voornamelijk dichtbij en langs waterkanten voorkomt (wilgenbroekbos). De afname in de hoeveelheid *Cyperaceae* en lisdodde duidt mogelijk op enige verdroging en verlanding van het landschap, het beeld van een natte omgeving blijft echter overheersen. Vanaf dit niveau is in de foraminiferen en diatomeeënsamenstelling een beperkte toename in mariene invloed zichtbaar. Het landschap blijft echter vooral zoet tot zoet-brak.

Volgende pagina: Afbeelding 14: Synthesediagram holocene landschappen en milieus in het zuiden van Oosterwold (kavel I, boring 1232).



In het monster op 400 cm -MV (802 cm -NAP) is een daling te zien in de vochtminnende els en de hoeveelheid hazelaar, haagbeuk en linde (die op hogere gronden voorkomen) nemen toe. Daarnaast is er ook een daling te zien in de hoeveelheid den. De aanwezigheid van de mestschimmel *Podospora* kan duiden op het voorkomen van veeteelt, maar waarschijnlijker is dat het in dit geval groot wild betreft. Foraminiferen geven nog mariene invloeden aan. Het diatomeeënspectrum geeft eveneens een toename in de mariene invloed, welke ten koste gaat van de taxa van zoet-brakke milieus. Vermoedelijk kunnen de zoete taxa wel standhouden door lokaal instromend zoet water dat afkomstig is uit het achterland (het stroomgebied van de Eem).

Het monster op 370 cm -MV (772 cm -NAP) lijkt wat betreft pollensamenstelling op het voorgaande monster. Els en hazelaar dalen licht en de hoeveelheid kruiden stijgen met ongeveer hetzelfde percentage. Dit duidt op een toename van de hoeveelheid open grasland ten opzichte van het elzenbroekbos en de hoger gelegen droge vegetatie. Door een toenemende verdrinking van het dekzandlandschap (en dus een afname in het droogliggende dekzandoppervlak) zal de hoger gelegen droge vegetatie afnemen. Een verbinding met open zee was ook nog steeds aanwezig, getuige de aanwezigheid van stekels van de zeeklit op dit niveau.

Het niveau op 340 cm -MV (742 cm -NAP) is gedateerd op 6273 cal. BP. Met deze ouderdom ligt het monster op de grens tussen het Atlanticum en het Subborea. Het Subborea is na het Atlanticum een iets koudere periode in het Holoceen. Dit is ook te zien in het pollenspectrum. Els en den stijgen, terwijl er een daling plaatsvindt in het percentage hazelaar, berk en linde. Dit wordt ook onderschreven door de stijging in de kruidige vegetatie van de open graslanden, wat duidt op een koudere vegetatie. Deze overgang naar het Subborea is in Scandinavië duidelijk te herkennen, maar is in West-Europa moeilijker te onderscheiden. Daarom wordt deze vaak gelijk getrokken aan de achteruitgang van iep in de vegetatie, hetgeen in dit monster in het pollenspectrum zichtbaar is.

De invloed van marien water is op 340 cm -MV (742 cm -NAP) min of meer gelijk aan de laag op 400 cm -MV (802 cm -NAP). Het aandeel brak-zoete tot zoet-brakke taxa neemt weer toe en foraminiferen zijn niet meer aanwezig. Wel zijn in dit niveau schelpfragmenten van de vijverpluimdrager aangetroffen, een zoete soort. De soorten wijzen op een spaarzaam begroeid zoet-brak binnenmeer dat periodiek wordt overspoeld met water van marien-brakke oorsprong, maar waar vooral aanvoer van zoet water plaatsvindt. De toename van detritus-achtig materiaal in het sediment geeft aan dat er mogelijk wel een milieuverandering plaatsvindt. Lithostratigrafisch betreft het hier vermoedelijk de overgang van het Laagpakket van Wormer naar de Flevomeer Laag, dus naar een milieu waarbij sprake is van grotere open watergebieden en afname van de rietveengebieden en waarbij tevens de afvoer van water richting de kust stagneert, waardoor er grotere openwater gebieden ontstaan. Deze

gebieden worden vanwege de sluiting van de kust (en daarmee de afname van mariene invloed) ook steeds zoeter.

De toename in het elzenbroekbos is ook te zien op 310 cm -MV (712 cm -NAP). De verdere toename van berk, haagbeuk en eik en de daling van den die op de hoger gelegen gebieden voorkomen duiden op een opwarming van het klimaat. Het eerste voorkomen van alsem onderschrijft hoogstwaarschijnlijk de ruige grasland vegetatie in de lagergelegen gebieden. Verder onderschrijft HdV-type 27 het veen dat tussen het hoger gelegen bos en het elzenbroekbos en de ruige graslanden ligt.

Het niveau op 280 cm -MV (682 cm -NAP) heeft een ouderdom ongeveer 4934 cal. BP, hiermee valt het midden in het Subboreaal. Aangezien dit monster jonger is dan het monster 60 cm hoger (het is waarschijnlijker dat dit bovenliggende monster verspoeld materiaal betreft), moet er met enige voorzichtigheid worden omgegaan met de conclusies die worden getrokken aan de hand van de leeftijd. In dit monster zijn enkele duidelijke verandering in de vegetatie zichtbaar. De meest duidelijke verandering is zichtbaar in de heidevegetatie, die sterk toeneemt. Dit is niet alleen te zien in de toename van de heidesoorten en veenmos, maar ook in de toename van de HdV-types 10 en 16. Dit kan duiden op een verdroging van het landschap waarbij de hoger gelegen heidegebieden een grotere rol in het pollenspectrum spelen. De hoge dichtheden van de diatomee *Fragilaria heidenii* in dit monster wijst op een brak-zoete lagune met slechts zeer beperkte tot geen getijdenwerking. Inspoeling van brak-mariene water is verder afgenomen. In de monsters op 310 en 280 cm -MV komen grote hoeveelheden pennate diatomeeën, vermoedelijk *Navicula* sp. voor. Deze soortenfamilie representeert vooral taxa uit brak-zoete, zoet-brakke en zoete milieus.

Het pollenmonster op 250 cm -MV (652 cm -NAP) lijkt veel op het voorgaande, waarin het elzenbroekbos de vegetatie verder lijkt te domineren. Het laatste monster ligt op een diepte 220 cm -MV (622 cm -NAP) en heeft een ouderdom van ongeveer 5150 cal. BP en is daarmee dus iets ouder dan het ondergelegen monster, vermoedelijk is hier sprake van verspoeling van ouder materiaal. In de vegetatie neemt het elzenbroekbos verder toe. Dit gecombineerd met het voorkomen van munt en duindoorn duidt op een nattere vegetatie dan in de voorgaande monsters. Dit wordt verder onderschreven door het voorkomen van HdV-type 128A.

De diatomeeën samenstelling in dit niveau geeft aan dat de invloed van zoet water weer sterker is geworden. Er is nog nauwelijks invloed van water van mariene oorsprong. De soortsaamenstelling wijst op een zoet tot zoet-brak ondiep binnenmeer met onderwater begroeiing. Foraminiferen zijn niet aanwezig. Verder naar boven in het profiel (180 cm -MV / 582 cm -NAP) is veen aangetroffen dat in het Subatlanticum is gedateerd (2637 cal. BP). Na deze veenvorming neemt de mariene invloed uiteindelijk sterk toe en vindt met name mariene sedimentatie in de Almere Lagune plaats (dit is gebaseerd op boorbeschrijvingen en literatuur).

Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chronostratigrafie
434	295	hout	530-540	920-930	Lp. van Wormer	6397 ± 36	7345	Atlanticum
434	296	Sinapis arvensis, Rubus fruticosus, houtskool	440-450	830-840	Lp. van Wormer	5225 ± 34	5976	Atlanticum
434	297	Sinapis arvensis, houtskool	400-410	790-800	Lp. van Wormer	5296 ± 35	6091	Atlanticum
434	298	houtskool	365-375	755-765	Lp. van Wormer	4502 ± 33	5174	Subboreaal
1232	329	hout, Carex zaden	600-610	1002-1012	Lp. van Wormer	6148 ± 36	7066	Atlanticum
1232	330	hout, Carex zaden	580-590	982-992	Lp. van Wormer	9358 ± 42	10590	Preboreaal
1232	334	houtskool	420-430	822-832	Lp. van Wormer	6090 ± 36	6963	Atlanticum
1232	337	houtskool	330-340	732-742	Lp. van Wormer	5483 ± 40	6273	Atlanticum
1232	338	Carex zaden, houtskool	280-290	682-692	Flevomeer Laag	4371 ± 34	4939	Subboreaal
1232	339	Sinapis arvensis, houtskool	220-230	622-632	Flevomeer Laag	4470 ± 34	5150	Subboreaal
1232	340	hout	170-185	572-582	Flevomeer Laag	2536 ± 31	2637	Subatlanticum

Tabel 41: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel I (boringen 434 en 1232).

Uit de analyse van kern 1232 is duidelijk geworden dat de sedimenten van het Laagpakket van Wormer en de Flevomeer Laag zijn afgezet in een milieu dat dominant onder invloed van zoet / zoet-brak water stond en periodiek ook onder invloed van zout (marien / brak-marien) water stond. Zoet water was afkomstig uit het stroomgebied van de Eem en zout water kon het gebied binnenkomen via een verbinding met open zee. Het sediment dat in dit milieu is afgezet (slappe, zwak siltige klei) is in suspensie met stromend water meegevoerd en uiteindelijk in (vrijwel) stilstaand water afgezet. Mogelijk hebben er periodiek delen van het landschap drooggestaan, maar aanwijzingen hiervoor zijn beperkt. Tevens komen aanwijzingen hiervoor gelijktijdig voor met de aanwezigheid van kustallochtone diatomeeën. Aanwijzingen voor getijdewerking zijn vrijwel niet aangetroffen en de vegetatie geeft vooral aan dat er sprake was van een rustig en nauwelijks dynamisch milieu. Zowel op basis van sedimentbeschrijvingen en pollenanalyses kan het landschap worden gekarakteriseerd als een gebied waarin rietmoerassen en ondiep, zeer zwak stromend open zoet / zoet-brak water naast elkaar voorkomen. Daarnaast zijn in het gebied broekbossen aanwezig geweest en op de nabijgelegen hoge en droge zandruggen heeft een loofbosvegetatie gestaan.

Doordat het beekdal van de Eem langzaam opgevuld raakte met de afzettingen behorende tot open-water gebieden en rietveenmoerassen, zal er vrijwel geen fluviatiele sedimentatie meer hebben plaatsgevonden tijdens grote delen van het Holoceen. Het is dan ook niet te verwachten dat in dit deel van Oosterwold oeverwallen naast de Eem te verwachten zijn.

Op basis van ¹⁴C-dateringen uit kernen 1232 en 434 (zie Tabel 41) is het systeem van het Laagpakket van Wormer tussen 7345 en 6091 cal. BP actief geweest, waarna de (beperkte) mariene invloeden vrijwel verdwijnen en het milieu zoeter wordt. Lithostratigrafisch betreft het hier de Flevomeer Laag, eveneens een weinig dynamisch milieu dat op basis van de datering actief geweest moet zijn tussen 6237 en 2637 cal. BP. Hoewel het milieu van het Flevomeer zeer weinig dynamiek kende, is er mogelijk periodiek wel een toename in dynamiek geweest, getuige de geul-achtige systemen met daarin zwak zandige kleien.

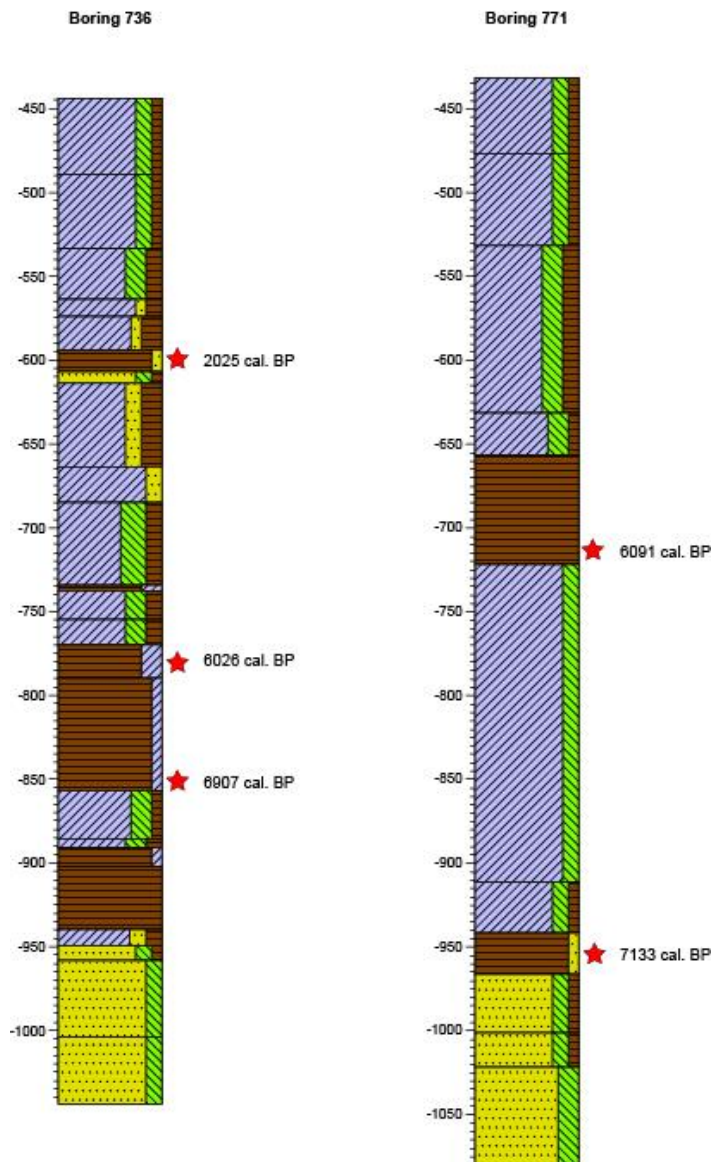
In de nabijheid van Oosterwold zijn in dit type landschap de afgelopen jaren op meerdere plaatsen grote visweersystemen aangetroffen. Hoewel het milieu dus deels een zeer beperkte dynamiek kende (zonder of met zeer beperkte getijdewerking), is bekend uit onder andere de Donaudelta dat ook in dit soort milieus visweer/fuik systemen gebruikt worden.

Kavel H

De Eemgeul welke op kavel I aanwezig is, is vermoedelijk ook op in het oostelijke deel van kavel H aangetroffen, hier zijn twee kernen bemonsterd en zijn monsters onderzocht op de aanwezigheid van foraminiferen en ostracoden (boringen 736 en 771). Het landschapsbeeld dat uit beide boringen naar voren komt, sluit aan op het beeld dat aan de hand van de analyses van kern 1232 is verkregen: het landschap is vooral zoet tot zoet-brak en er is vermoedelijk periodiek een verbinding met open zee geweest, waardoor ook zouter water het gebied kon binnenstromen. Activiteit van het systeem van het Laagpakket van Wormer (waaronder ook de rietveenmoerassen welke tot het Hollandveen gerekend worden) is in deze kernen gedateerd tussen 7133 en 6026 cal BP. Mogelijk is er sprake van enige erosie van het systeem van het Laagpakket van Wormer vanuit de bovenliggende Flevomeer Laag. De periode van activiteit van het Flevomeer systeem is in boring 736 gedateerd tussen 6026 en 2025 cal. BP (zie Afb. 15 en Tabel 42).

Kavel G (zie Afb. 16/17)

In Afb. 16 zijn de resultaten van het multi-proxyonderzoek van kern 918 visueel weergegeven naast de sedimenten van de boorkern zelf. Op kavel G is geen sprake van de aanwezigheid van de Eemgeul, maar er is wel een aan de noord-zuid georiënteerde dekzandrug grenzende geulvormige laagte aangetroffen. Uit deze laagte zijn twee kernen bemonsterd (915 en 918) en onderzocht op aanwezigheid van diatomeeën (kern 918), foraminiferen (kernen 915 en 918) en zijn ¹⁴C-dateringen uitgevoerd (kernen 915 en 918; tabel 43).



Afbeelding 15: Dateringen landschapsreconstructie Holoceen kavel H.

De aangetroffen diatomeeënsamenstelling in het monster op 400 cm -MV (843 cm -NAP) wijst op ondiepe plassen met spaarzame begroeiing, wellicht een kwelderplas. Het monster bevat veel kustallochtone mariene soorten, dus vermoedelijk is er een verbinding met open zee geweest. Het monster bevat geen foraminiferen, maar wel veel humeus materiaal, vooral riet. De combinatie van diatomeeën en foraminiferen doet vermoeden dat er hier sprake is geweest van een afwisseling van ondiep open water en rietmoerassen.

In de laag op 375 cm -MV (818 cm -NAP) wijst de samenstelling van diatomeeën op de mogelijke nabijheid begroeide zand en/of slikplaten of een brakke lagune met kleine getijdeverschillen. De aanwezigheid van *Jadammina macrescens* op 375 cm is een aanwijzing voor periodieke droogval. Er zijn echter ook nog steeds diverse zoete tot brak-zoete soorten aanwezig. De afwezigheid van aërofiële soorten geeft vermoedelijk aan dat indien er stukken zijn drooggevalen, deze niet voor langere tijd zijn drooggevalen.

Het landschap is in de volgende lagen (295 cm -MV (738 cm -NAP) / 250 cm -MV (693 cm -NAP)) niet sterk veranderd. Er is sprake van een iets grotere mariene invloed. De aanwezige soorten zijn overwegend tychoplanktonische en epipsammische taxa van ondiepe (brak water)plassen met geringe getijdeverschillen en periodieke droogval. Zoete invloed blijkt uit de aanwezigheid van zaden van galigaan. De foraminiferenmonsters op 350 en 200 cm -MV (793-643 cm -NAP) bevatten Fe-oxiden, de twee monsters ertussen veel gips. Beide kunnen gevormd zijn op een moment dat het landschap enige tijd heeft drooggelegen.

In boring 915 bevinden zich op 200 cm -MV (642 cm -NAP) enkele foraminiferen van de ondiep mariene soort *Ammonia beccarii*. In de laag op 150 cm -MV (592 cm -NAP) is een sterke toename te zien in zoet-brakke soorten en wijst de samenstelling van de diatomeeëngemeenschap op een onbegroeide brak-zoete poel. Op dit niveau zijn geen foraminiferen aangetroffen. Wel zijn in beide boringen in de meeste lagen ostracoden aangetroffen, hetgeen eerder een zoet dan een zout milieu indiceert.

Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chrono-stratigrafie
771	276	Carex zaden, hout	520-530	951-961	Lp. van Wormer	6220 ± 35	7133	Atlanticum
771	279	Carex zaden, houtskool, hout	275-285	707-717	Lp. van Wormer	5296 ± 34	6091	Atlanticum
736	281	Carex zaden, houtskool	400-410	844-854	Lp. van Wormer	6054 ± 38	6907	Atlanticum
736	282	houtskool	330-340	774-784	Lp. van Wormer	5243 ± 34	6026	Atlanticum
736	283	Schelp	150-160	594-604	Flevomeer Laag	2052 ± 32	2025	Subatlanticum

Tabel 42: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel H.

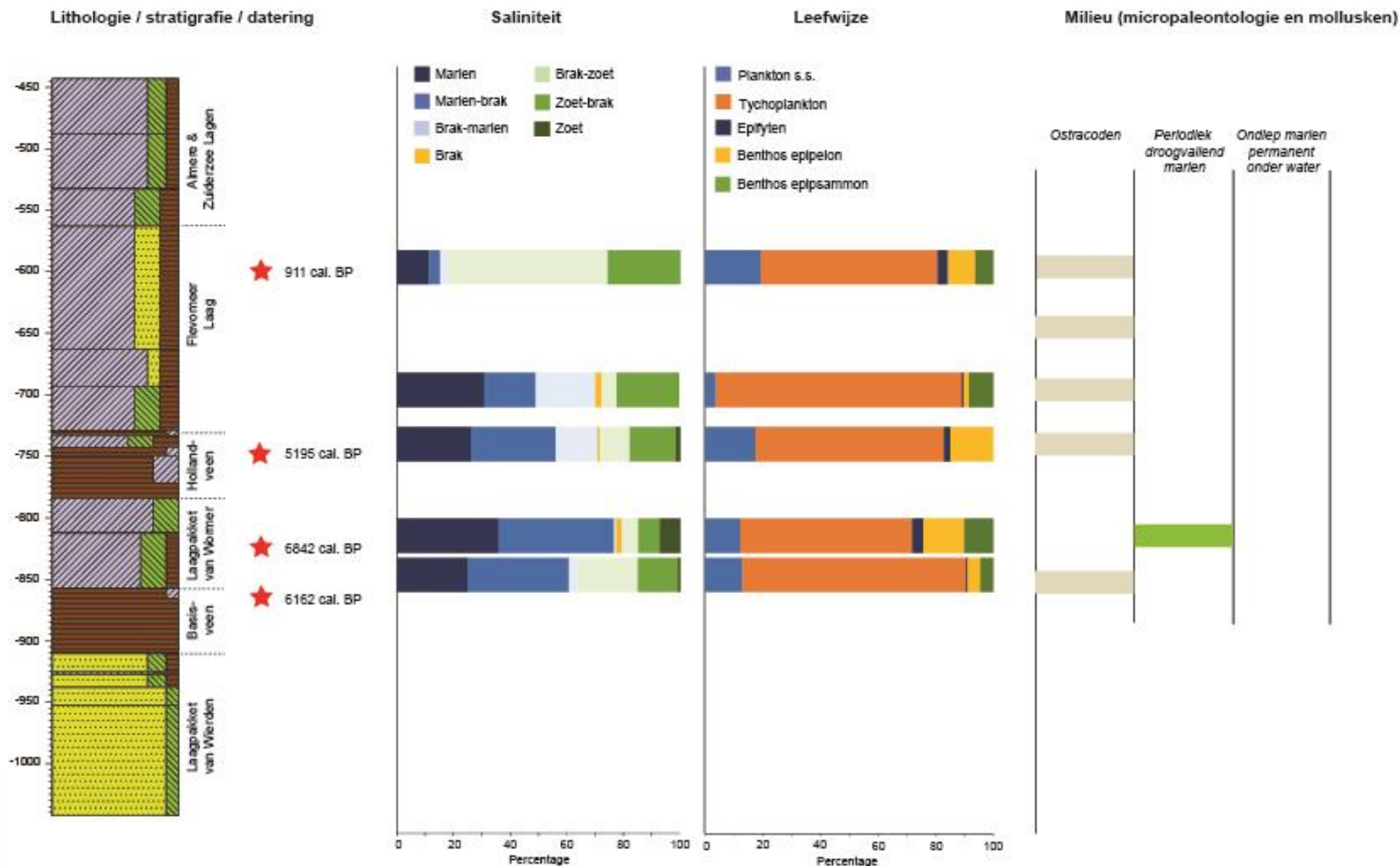
De datering van het Laagpakket van Wormer komt uit een periode van activiteit tussen 6162 en 5195 cal BP. Datering van activiteit van het Flevomeer is in boring 915 gedateerd tussen 5856 en 1874 cal. BP en in boring 918 tussen 5195 en 911 cal. BP.

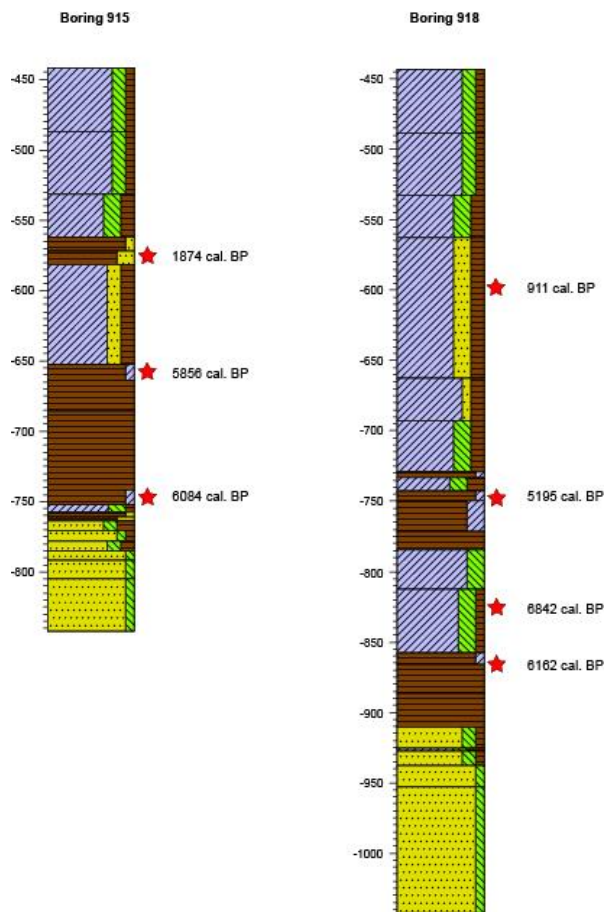
Het landschap in dit deel van Oosterwold komt voor grote delen overeen met het landschap zoals dat voor kavels H en I is gereconstrueerd, wel komen er mogelijk in de nabijheid van kavel G gebieden voor die periodiek (enkele weken tot maximaal enkele maanden) drooggevallen kunnen zijn. Dit maakt echter niet dat deze gebieden makkelijk betreedbaar zijn geweest, het droogvallende sediment was vermoedelijk nog steeds zeer slap en nat.

Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chronostratigrafie
918	191	Carex zaden, houtskool	415-425	858-868	Basisveen / Lp. van Wormer	5368 ± 34	6162	Atlanticum
918	192	Carex zaden, houtskool	375-385	818-828	Lp. van Wormer	5997 ± 35	6842	Atlanticum
918	194	Cladium mariscus zaden, houtskool	300-310	743-753	Lp. van Wormer / Hollandveen	4543 ± 35	5195	Subboreaal
918	196	houtskool	150-160	593-603	Flevomeer Laag	1014 ± 42	911	Subatlanticum
915	201	houtskool, Sphagnum	300-310	742-752	Lp. van Wormer / Hollandveen	5285 ± 37	6084	Atlanticum
915	202	Brassicaceae sp. zaden	210-220	652-662	Lp. van Wormer / Hollandveen	5133 ± 37	5856	Atlanticum
915	203	Schelp fragment	130-140	572-582	Flevomeer Laag	1921 ± 33	1874	Subatlanticum

Tabel 43: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel G.

Volgende pagina: Afbeelding 16: Synthesediagram holocene landschappen en milieus boring 918 kavel G.



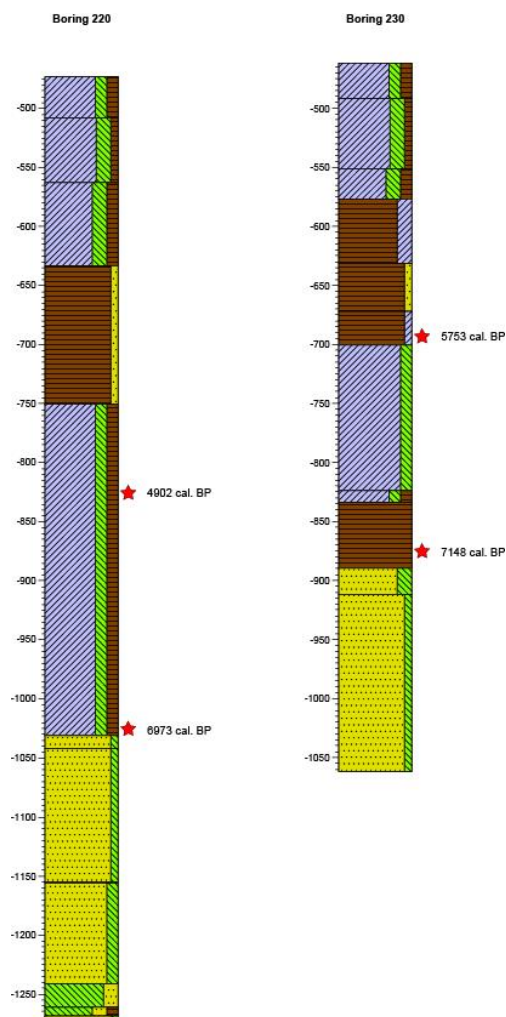


Afbeelding 17: Dateringen landschapsreconstructie Holoceen kavel G.

Centraal deel Oosterwold (kavels E, D, C)

Kavel E

Uit een geulvormige laagte is een serie van 8 monsters geanalyseerd op micropaleontologische inhoud (boring 220). De inhoud is vrij monotoon en bestaat uit geringe hoeveelheden voornamelijk zeer fijn zand met veel humeus materiaal, (vooral onderin) schaarse diatomeeën en ostracoden voorkomens. Indicaties voor zoute invloeden zijn niet aanwezig. Uit boringen 220 en 230 is op basis van de (zeer beperkte) macrobotanische inhoud gebleken dat de zoete soort galigaan aanwezig is en dat de soort *snavelruppia* aanwezig is, een soort die ook in meer zoute condities verdraagt. Dateringen wijzen uit dat activiteit van het Laagpakket van Wormer tussen 6973 en 4902 cal. BP. heeft plaatsgevonden (Tabel 44) en uit de onderzochte monsters kan geconcludeerd worden dat ook in deel van Oosterwold de mariene invloed zeer beperkt aanwezig is geweest. Het milieu van het Laagpakket van Wormer zal ook grotendeels bestaan hebben uit een afwisseling van open water en rietmoerassen, een milieu met een zeer beperkte dynamiek.



Afbeelding 18: Dateringen landschapsreconstructie Holoceen kavel E.

Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chronostratigrafie
220	252	Cladium mariscus zaden, houtskool	545-555	1018-1028	Lp. van Wormer	6095± 35	6973	Atlanticum
220	254	Cladium mariscus zaden	345-355	818-828	Lp. van Wormer	4316 ± 36	4902	Subboreaal
230	256	houtskool, hout	410-420	872-882	Lp. van Wormer	6233 ± 36	7148	Atlanticum
230	259	Carex zaden, houtskool	225-240	687-702	Lp. van Wormer	4988 ± 36	5753	Atlanticum

Tabel 44: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel E.

Kavel D

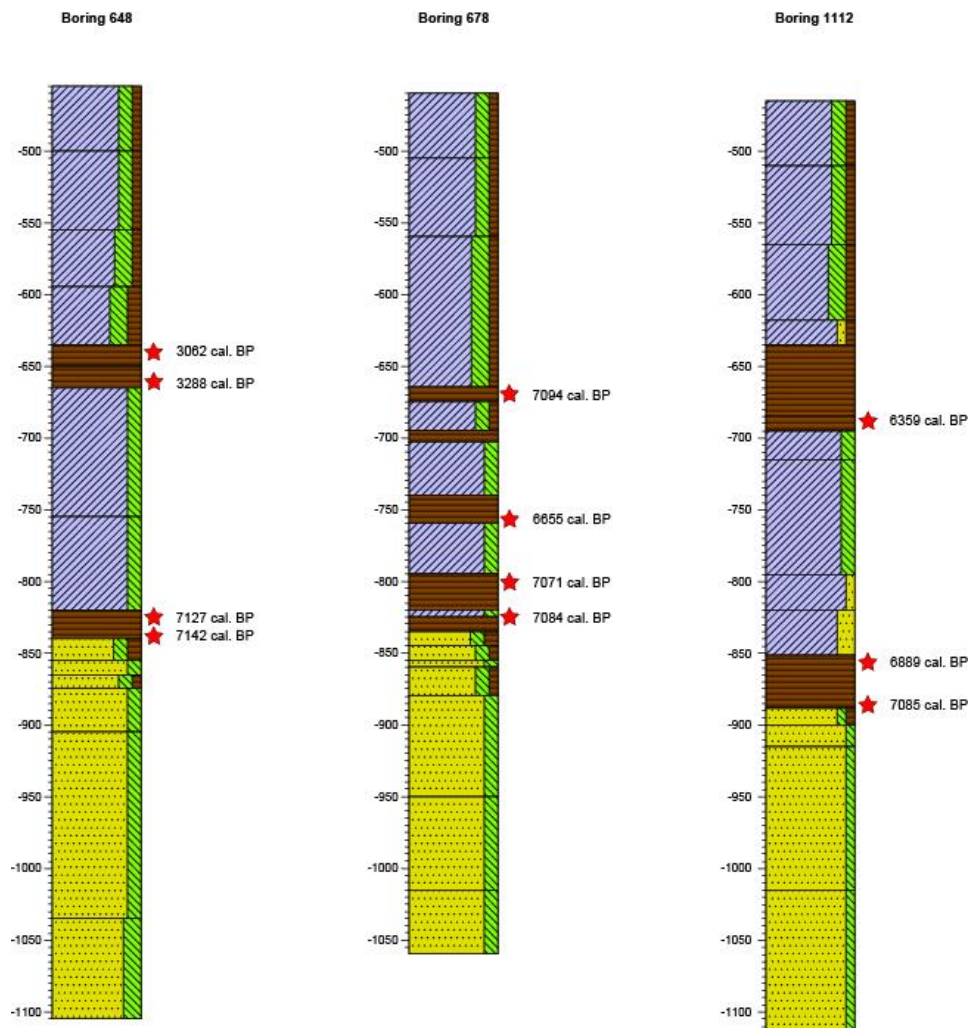
De 4 micropaleontologische monsters uit boring 1168 komen uit een geulvormige laagte die opgevuld is met relatief zandige afzettingen van de Flevomeer Laag en laten slechts wisselende hoeveelheden zand en ostracoden zien. Het monster op 325 cm -MV (802 cm -NAP) bevat veel ostracoden. De monsters op 295 en 225 cm -MV (772 en 702 cm -MV) laten afnemende aantallen ostracoden zien. Het bovenste monster op 175 cm -MV (652 cm -NAP) toont enkele diatomeeën en ostracoden. Botanische macroresten uit boringen 1112 en 1168 bevatten onder andere de zoete soorten fonteinkruid, waterdrieblad en galigaan. Daarnaast is de zoutminnende soort snavelruppia aangetroffen. Het overheersende beeld van kavel D is ook weer een zoet milieu met mogelijk periodiek een instroom van marien water. Op een ander deel van kavel D zijn sedimenten van het Laagpakket van Wormer in boorkern 1112 gedateerd. Het systeem van het Laagpakket van Wormer was hier actief tussen 6889 en 6359 cal BP (Tabel 45). Verdrinking van het dekzand startte rond de 7085 cal BP.

Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chronostratigrafie
1112	152	hout	415-425	880-890	Basisveen / Lp. van Wormer	6179 ± 33	7085	Atlanticum
1112	153	Chenopodium sp., Cladium mariscus, Cyperaceae sp. zaden	385-395	850-860	Lp. van Wormer	6042 ± 38	6889	Atlanticum
1112	154	Atriplex sp., Cladium mariscus zaden; hout	220-230	685-695	Lp. van Wormer	5571 ± 34	6359	Atlanticum

Tabel 45: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel D.

Kavel C

Uit boring 648 zijn 8 micropaleontologische monsters (afkomstig uit met name sedimenten van het Laagpakket van Wormer en de Flevomeer Laag) geanalyseerd. Spaarzame voorkomens van ondiep mariene soorten *Ammonia beccarii*, *Haynesina germanicum* en de soort *Arenoparella mexicana* zijn aanwezig van 330-270 cm -MV (785-725 cm - NAP). Hierboven (240-150 cm -MV / 695-605 cm - NAP) zijn naast zand vooral humeus materiaal en enkele diatomeeën aanwezig. De aanwezigheid van wormparels (270 cm) en Fe-oxiden/gips (240 cm) wijst op de overgang van een ondiep marginaal marien milieu naar een mogelijk iets meer terrestrisch milieu, waarbij delen van het landschap periodiek droog kunnen liggen. De enkele aangetroffen macrobotanische resten in boringen 648, 678 en 700 zijn de zoetwatersoort galigaan, de zoutminnende soort snavelruppia en herik, die vooral een voorkeur voor droge plaatsen heeft.



Afbeelding 19: Dateringen landschapsreconstructie Holoceen kavels C (boringen 648 en 678) en D (boring 1112).

Van boring 700 (Flevomeer Laag) zijn 8 micropaleontologische monsters geanalyseerd. Ostracoden zijn algemeen, inclusief doubletten (d) wijzend op in situ preservatie. Het monster op 308 cm -MV (764 cm -NAP) bevat een fragment van de mollusk *Cardium edule* en visresten (wervel/tand), mogelijk betreft dit een stormlaagje. De sectie in zijn geheel vertegenwoordigt een tamelijk hoogenergetisch zoetwatermilieu, zonder duidelijke mariene invloed. In vergelijking met de verder naar het zuiden gelegen delen van Oosterwold, is er hier sprake van een milieu dat iets meer dynamiek kent (dit betreft dan vooral het milieu van de Flevomeer Laag), maar dat nog steeds maar beperkt onder mariene invloed staat. Op basis van de interpretaties van de verkennende boringen en bovengenoemde analyses kan het milieu van het Laagpakket van Wormer nog steeds worden gekarakteriseerd als een afwisseling van open water en rietmoerassen met een beperkte mariene invloed.

Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chronostratigrafie
648	148	Brassica sp., B. Sinapis arvensis zaden	380-390	835-845	Basisveen	6227 ± 34	7142	Atlanticum
648	149	Cyperaceae sp., Chenopodium sp., Brassica sp. zaden	365-375	820-830	Basisveen	6216 ± 39	7127	Atlanticum
648	150	Cladium mariscus zaden	200-210	655-665	Lp. van Wormer	3059 ± 34	3288	Subborea
648	151	Cladium mariscus zaden, houtschool	180-190	635-645	Lp. van Wormer	2909 ± 30	3062	Subborea
678	127	hout, Brassica sp. zaden	360-370	820-830	Lp. van Wormer	6177 ± 34	7084	Atlanticum
678	128	Cladium mariscus zaden, houtschool	333-343	793-803	Lp. van Wormer	6158 ± 39	7071	Atlanticum
678	129	houtschool	290-300	750-760	Lp. van Wormer	5839 ± 33	6655	Atlanticum
678	131	houtschool	205-215	665-675	Lp. van Wormer	6193 ± 33	7094	Atlanticum

Tabel 46: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel C.

Activiteit van het systeem van het Laagpakket van Wormer is in kern 648 gedateerd tussen 7127 en 3288 cal. BP (Tabel 46), deze laatste datering is beduidend jonger dan overige delen van Oosterwold waar het einde van het Laagpakket van Wormer zo'n 2000 jaar eerder is gedateerd. Mogelijk is er hier sprake van een veel langer stabiel rietveenmoeras. In boring 678 is een afwisseling tussen klastische en veenniveaus in het Laagpakket van Wormer gedateerd. De dateringen suggereren dat in zeer korte tijd een afwisseling heeft plaatsgevonden tussen het open watermilieu en de rietveenmoerassen. Vermoedelijk is er echter sprake van datering van materiaal dat mogelijk verspoeld is en daarmee geen datering geeft die voor de landschapsreconstructies bruikbaar is.

De afzettingen van het Laagpakket van Wormer in het centrale deel van Oosterwold komen in sterke mate overeen met die in het zuidelijke deel van Oosterwold. Het vooral zoete / zoet-brakke milieu bestond ook hier uit een afwisseling van rietveenmoerassen met open-water gebieden, waarin stroming beperkt was. Instroming van brak-marien en marien water kon periodiek plaatsvinden via een verbinding met open zee.

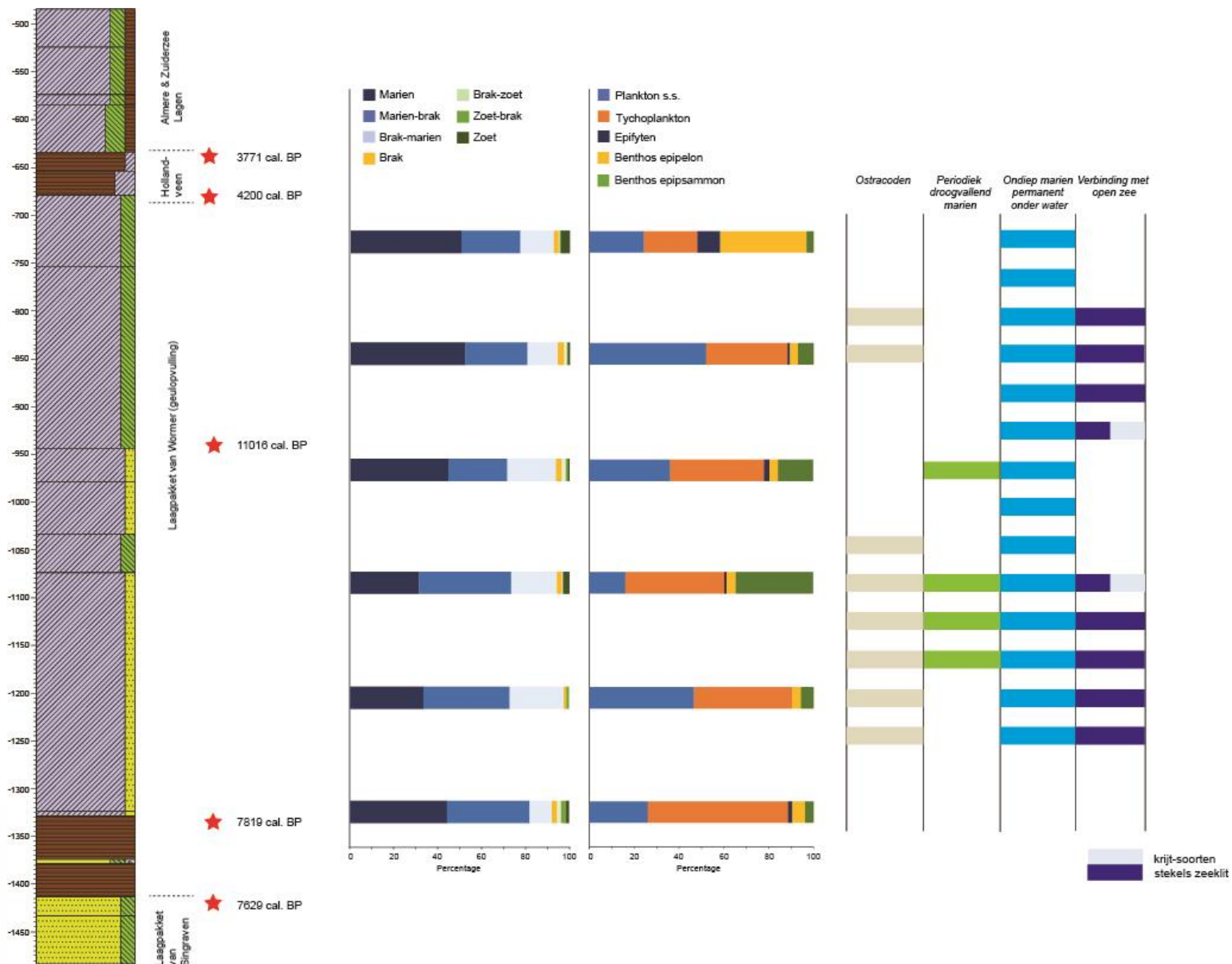
Noordelijk deel van Oosterwold (kavel A)

Zoals is weergegeven in Hoofdstuk 3 bevat kavel A een diep ingesneden geul met daarnaast oeverafzettingen. Morfologisch komen deze oeverafzettingen tot uiting als oeverwallen (zie profielen in Bijlage 2A) en vormen daarmee theoretisch gezien mogelijk geschikte bewoninglocaties (zoals bijvoorbeeld het geval is in het noordelijk deel van de Flevopolder nabij Swifterbant). Het is echter niet duidelijk of de aangetroffen oeverwallen nabij Almere en in Oosterwold soortgelijke systemen zijn. Daarom is binnen onderhavig onderzoek extra nadruk gelegd op de genese van de oeverwallen op kavel A en op bijbehorend geulsysteem en komgebied. Hierbij zijn van meerdere boorkernen monsters geanalyseerd op microfauna en micropaleontologische inhoud, zowel uit de geulopvulling (boring 1079), de oeverwal (1070) een overgangszone naar komgebieden (boring 1076) en de omringende komgebieden (1052 en 918).

Boring 1079

In Afb. 20 zijn de resultaten van het multi-proxyonderzoek van kern 1079 visueel weergegeven naast de sedimenten van de boorkern zelf. De analyses van microfauna en micropaleontologie van de geulopvulling geven een veel sterker marien beeld dan de monsters die van de andere kavels zijn geanalyseerd. In het diepste monster (840 cm -MV (1324 cm -NAP), de basis van de fijnkorrelige geulopvulling) wijst de samenstelling van de diatomeeën op een intergetijdengebied met spaarzaam begroeide zand- en slikbanken. Hier komen nog geen foraminiferen voor, maar vrijwel alle lagen hierboven (tot het monster op 200 cm -MV / 684 cm -NAP) bevatten veel foraminiferen die duiden op mariene milieus, daarbij gaat het om de ondiep mariene soorten *Ammonia beccarii*, *Haynesina germanicum* en *Elphidium craticulatum* en de soorten *Trochammina inflata*, *Jadammina macrescens* en *Arenoporella mexicana*. Daarnaast komen de stekels van de zeeklit veel voor. In twee lagen komen tevens soorten voor die geassocieerd worden met de Krijtkliffen van Dover en/of noordwest Frankrijk, ze zijn daarmee een indicator voor transport en een verbinding met open zee.

Volgende pagina: Afbeelding 20: Synthesediagram holocene landschappen en milieus in het noordelijk deel van Oosterwold (boring 1079 op kavel A).



Op 720 cm -MV (1204 cm -NAP) wijst het grote aandeel marien en marien-brak plankton op een sterke invloed van zee. Mogelijk betreft het een estuariene getijdengeul zonder begroeiing. In de laag op 600 cm -MV (1084 cm -NAP) is het aandeel zoete taxa iets toegenomen, de saliniteit wijst op een verschuiving richting een brak-zoet milieu. Er vindt mogelijk een tijdelijke verandering van milieu plaats naar een enigszins brakke lagune met een klein getijdenverschil, waarbij ook zoete invloeden aanwezig zijn. In de laag op 480 cm -MV (964 cm -NAP) is een opvallende toename van epipsammische taxa zichtbaar. De invloed van zoet water neemt af ten gunste van marien water. Waarschijnlijk is er hier weer sprake van een estuariene, marien-brakke getijdengeul met spaarzame begroeiing. In de laag op 360 cm -MV (844 cm -NAP) is de situatie ten opzichte van de onderliggende laag nauwelijks veranderd. Nog steeds is sprake van een estuariene marien-brakke getijdegeul. In de bovenste onderzochte bodemlaag (240 cm -MV / 724 cm -NAP) wijzen de taxa nog steeds op een estuariene marien-brakke getijdengeul. Het toegenomen aandeel zoetere taxa kan wijzen op een zoete afwatering of zoet water dat vanuit het achter doorstroomt. De bovenste micropaleontologische monsters tonen een sterke afname van de dynamiek van het milieu.

Van de geulopvulling zijn enkele ¹⁴C-dateringen beschikbaar (Tabel 47, Afb. 20), deze vertonen echter grotendeels een beeld dat vermoedelijk niet overeenkomt met de werkelijke ouderdom van de geul. Met name de datering van 11016 cal. BP halverwege de geulopvulling geeft aan dat er waarschijnlijk sprake is van ouder materiaal dat verspoeld is (getransporteerd door de geul). Ook de onderste twee dateringen betreffen mogelijk verspoeld materiaal, maar geven ze wel een redelijke indicatie van de start van de opvulling van de geul (rond 7600-7800 cal. BP). Een veenlaag die de top van de geulopvulling vormt is eveneens gedateerd, waarbij de onderkant van de veenlaag een ouderdom van 4200 cal. BP heeft en de bovenkant een ouderdom van 3771 cal. BP heeft. Beide dateringen lijken betrouwbaar en geven daarmee aan dat de mariene geul mogelijk (deels) ten tijde van activiteit van de andere milieus van het Laagpakket van Wormer gedateerd kan worden (vergeleken met andere ¹⁴C-dateringen van het Laagpakket van Wormer op andere kavels).

Boring 1070

Deze boring is gezet in de oeverafzettingen die naast de geul aanwezig zijn. Uit deze boring zijn 6 monsters geanalyseerd op micropaleontologische inhoud. Karakteristieke ondiep mariene soorten zoals *Ammonia beccarii*, *Haynesina germanica* en *Elphidium craticulatum*, komen in wisselende hoeveelheden vooral voor tussen 350 en 200 cm -MV (821-671 cm -MV) voor, daarnaast zijn de soorten *Jadammina macrescens* en *Trochammina inflata* aanwezig, welke geassocieerd worden met delen die periodiek droog kunnen vallen en/of met kwelders. De aanwezigheid van stekels van de zeeklit geeft aan dat er een verbinding met open water aanwezig was. Tenslotte bevat het monsters op 350 cm -MV ook enkele sporenkapsels van de zoetwater alg *Chara* sp.

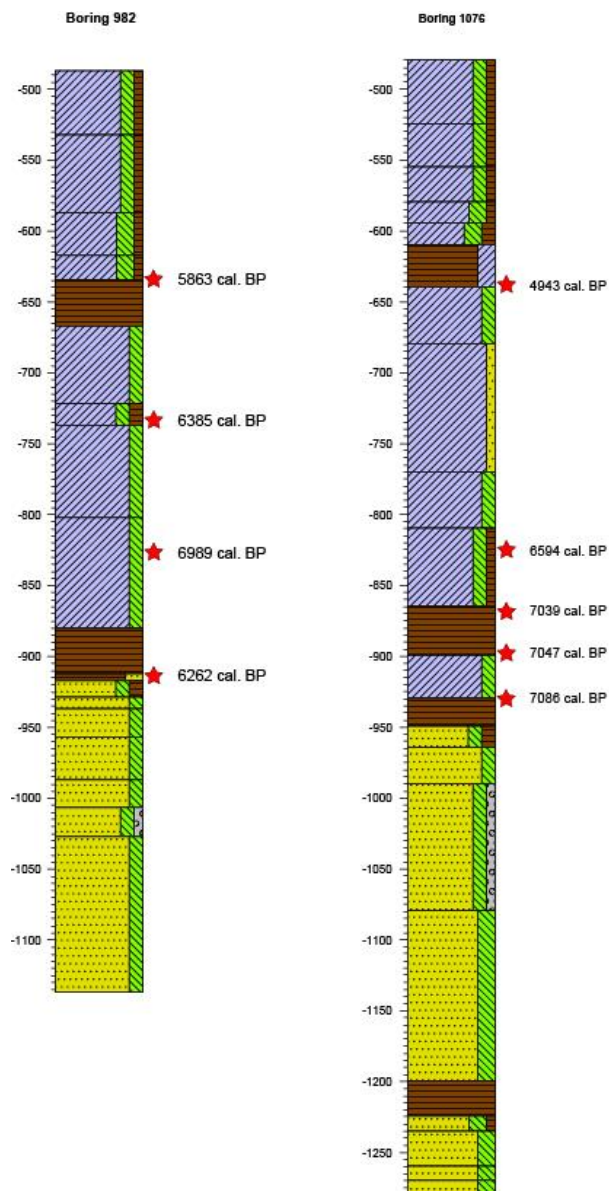
Boring	Monster	Materiaal	Diepte (cm -MV)	Diepte (cm - NAP)	Lithostratigrafie	¹⁴ C ouderdom BP	Ouderdom cal. BP	Chronostratigrafie
1079	35	Sphagnum, houtskool	940-950	1424-1434	Mariene geul - Lp. van Wormer	6772 ± 33	7629	Atlanticum
1079	38	Carex zaden, houtskool	840-850	1324-1334	Mariene geul - Lp. van Wormer	6981 ± 33	7819	Atlanticum
1079	45	Carex zaden, houtskool	450-460	934-944	Mariene geul - Lp. van Wormer	9647 ± 41	11016	Preborea
1079	50	Cladium mariscus zaden, houtskool	190-200	674-684	Hollandveen	3806 ± 33	4200	Subborea
1079	51	houtskool	150-160	634-644	Hollandveen	3488 ± 30	3771	Subborea
1076	76	Cladium mariscus zaden, houtskool	445-455	925-935	Lp. van Wormer	6182 ± 33	7086	Atlanticum
1076	77	Cladium mariscus zaden	415-420	895-900	Lp. van Wormer	6123 ± 35	7047	Atlanticum
1076	78	Cladium mariscus zaden	385-390	865-870	Lp. van Wormer	6118 ± 40	7039	Atlanticum
1076	79	Carex zaden, houtskool	340-350	820-830	Lp. van Wormer	5790 ± 34	6594	Atlanticum
1076	83	Cladium mariscus zaden	155-165	635-645	Lp. van Wormer	4374 ± 33	4943	Subborea
982	97	houtskool	420-430	907-917	Lp. van Wormer	5465 ± 34	6262	Atlanticum
982	99	Amaranthaceae Atriplex sp. Zaden	335-345	822-832	Lp. van Wormer	6097 ± 36	6989	Atlanticum
982	100	houtskool	240-250	727-737	Lp. van Wormer	5610 ± 38	6385	Atlanticum
982	102	Cladium mariscus zaden, houtskool	140-150	627-637	Flevomeer Laag	5141 ± 37	5863	Atlanticum

Tabel 47: Overzicht ¹⁴C-dateringen boringen kavel A.

Boring 1076

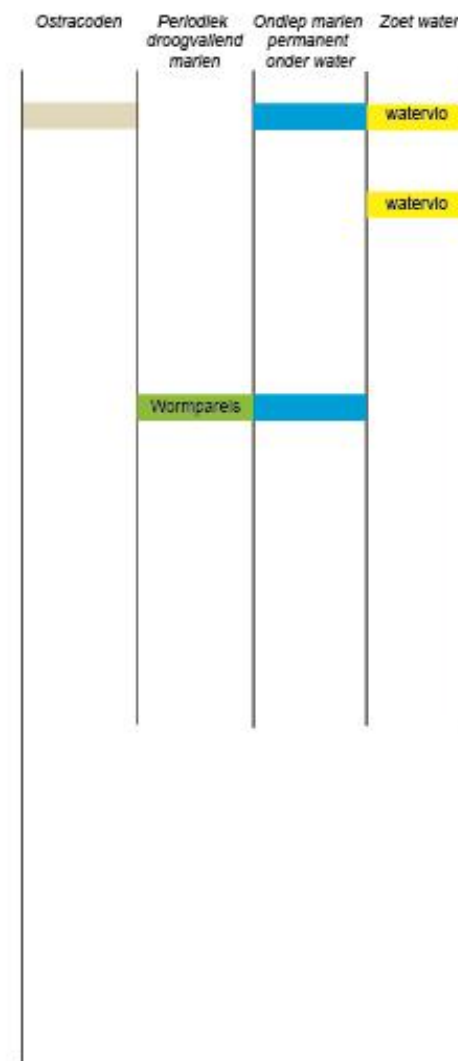
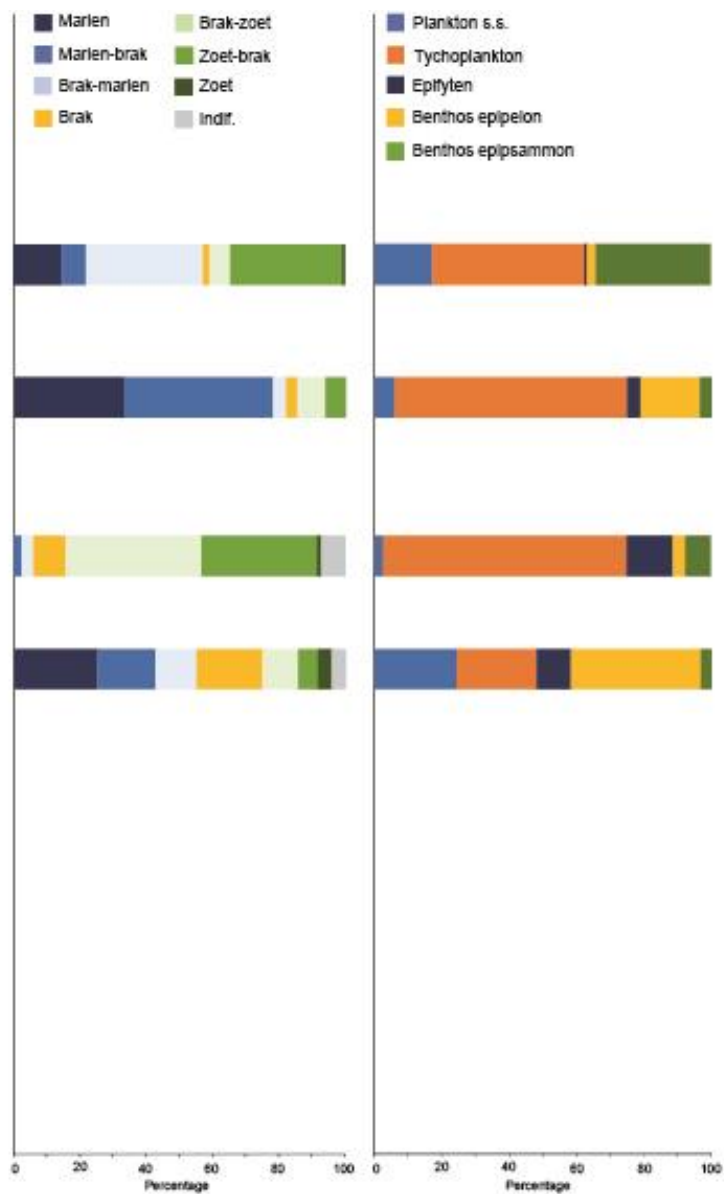
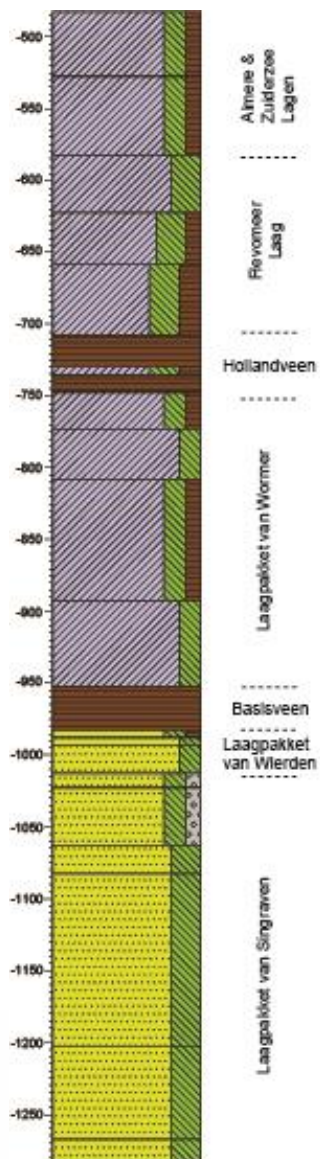
Uit deze boring zijn 10 foraminiferenmonsters geanalyseerd. Monsters in het interval 435-195 cm - MV (915-675 cm -NAP) bevatten veel detritisch plantenmateriaal, diatomeeën en een flinke diversiteit en mix van ondiep mariene soorten en soorten die ook in gebieden aanwezig zijn die periodiek droog kunnen vallen, zoals lage en hoge kwelders. De aanwezigheid van wormparels (435

cm), Fe-oxiden, gips en framboïde pyriet duiden eveneens op een dergelijke milieus. De monsters uit interval 165-125 cm -MV (645-605 cm -NAP) bevatten geen microfauna meer.



Afbeelding 21: Dateringen landschapsreconstructie Holoceen kavel A, boringen 982 en 1076.

Volgende pagina: Afbeelding 22: Synthesediagram holocene landschappen en milieus in het noordelijk deel van Oosterwold (boring 1052 op kavel A).



Boring 1052

In Afb. 22 zijn de resultaten van het multi-proxyonderzoek van kern 1232 visueel weergegeven naast de sedimenten van de boorkern zelf. Uit de serie bemonsterde boringen die uit de raai van het noorden van kavel A komen (zie Bijlage 2A), is dit de boring die het verst van de geul af ligt. Uit deze kern zijn zowel diatomeeën- als foraminiferenmonsters geanalyseerd. In het onderste monster (455 cm -MV / 937 cm -NAP) wijst de aangetroffen diatomeeënsamenstelling op de nabijheid van een begroeide lage tot middelhoge kwelder met poelen en een lagune met kleine getijdenverschillen en een onderwaterbegroeiing.

In het monster op 378 cm -MV (860 cm -NAP) is de invloed van getijden verder afgenomen. Er zijn meer zoete invloeden met weinig aanvoer van water van mariene oorsprong. De zo goed als afwezigheid van planktonische soorten wijst mogelijk op een ondiep meer of lagune met periodieke (korte) droogval. De onderste twee monsters bevatten geen foraminiferen. Het aandeel planktonische taxa is op 268 cm -MV (750 cm -NAP) toegenomen. De combinatie van soortgroepen wijst op een ondiep brakwatermeer of lagune met een toenemende invloed van zout water. In het traject tussen 455 en 268 cm -MV zijn grote hoeveelheden van het genus *Navicula* aangetroffen. Dit is een soortenfamilie die vooral in brak-zoete, zoet-brakke en zoete milieus voorkomt. De aanwezigheid van wormparels op 317 cm -MV (799 cm -NAP) geeft echter ook aan dat er in de nabijheid sprake kan zijn geweest van periodiek droogvallende milieus. In dit traject zijn ook kalkschalige foraminiferen soorten aangetroffen die wijzen op ondiep mariene milieus. In het bovenste monster (175 cm -MV / 657 cm -NAP) wijst de soortensamenstelling van de diatomeeën op de aanwezigheid van een ondiepe brakwaterplas. De bovenste lagen bevatten ook eikapsels van de watervlo *Daphnia* sp.

Hoewel boring 1052 op slechts korte afstand van boring 1079 is geplaatst, laat het beeld dat verkregen is aan de hand van micropaleontologie en microfauna een duidelijk ander landschappelijk beeld zien. De mariene invloed is veel beperkter en er is sprake van een veel rustiger en vrijwel volledig nat milieu.

Boring 982

Evenals boring 1052 is boring 982 vergeleken met de andere geanalyseerde boringen van kavel A niet in de buurt van de geul gelegen. Uit deze boring zijn 6 monsters micropaleontologisch geanalyseerd. De sectie wordt gekenmerkt door de ruime aanwezigheid van plantmateriaal en diatomeeën. Het onderste monster (380 cm -MV / 847 cm -NAP) bevat wormparels. De monsters in het traject 340-185 cm -MV (827-672 cm -NAP) tonen een tamelijk sporadisch voorkomen van foraminiferen, zowel van de kalkschalige vormen als *Ammonia beccarii* en *Haynesina germanicum* (ondiep marien) als de zandschalige soorten *Trochammina inflata*, *Jadammina macrescens*, *Tiphotrecha comprimata* en *Haplophragmoides manilaensis* (lage tot hoge kwelders / periodiek droogvallende milieus). *Elphidium craticulatum* is duidelijk afwezig, hetgeen mogelijk duidt op

saliniteiten < 15%. Hoewel in deze boring wel foraminiferen aanwezig zijn, is het aantal beperkt, hetgeen een aanwijzing kan zijn voor toch een beperkte mariene invloed.

De monsters van kavel A komen uit duidelijk verschillende landschappelijke eenheden en laten verschillende beelden zien qua mariene en/of zoete milieus. De geul en naastgelegen oeverwal zijn zeer waarschijnlijk vrijwel volledig marien van genese, terwijl het omringende komgebied juist een mix laat zien van zoete en zoute invloeden.

Conclusies

Uit de multi-proxyanalyse van de diverse boorkernen, verspreid over het gehele grondgebied van Oosterwold is duidelijk geworden dat de onderzochte holocene afzettingen (Laagpakket van Wormer en Flevomeer Laag) in grote mate zijn gevormd in een milieu dat dominant onder invloed van zoet / zoet-brak water stond en periodiek ook onder invloed van zout (marien / brak-marien) water stond. Zoet water was afkomstig uit het stroomgebied van de Eem en zout water kon het gebied binnenkomen via een verbinding met open zee. Het sediment dat in dit milieu is afgezet (slappe, zwak siltige klei) is in suspensie met stromend water meegevoerd en uiteindelijk in (vrijwel) stilstaand water afgezet. Mogelijk hebben er periodiek delen van het landschap drooggestaan, maar aanwijzingen hiervoor zijn beperkt. Tevens komen aanwijzingen hiervoor gelijktijdig voor met de aanwezigheid van kustallochtone diatomeeën. Aanwijzingen voor getijdewerking zijn vrijwel niet aangetroffen en de vegetatie geeft vooral aan dat er sprake was van een rustig en nauwelijks dynamisch milieu.

Zowel op basis van sedimentbeschrijvingen en pollenanalyses kan het landschap worden gekarakteriseerd als een gebied waarin rietmoerassen en ondiep, zeer zwak stromend open zoet / zoet-brak water naast elkaar voorkomen. Daarnaast zijn in het gebied broekbossen aanwezig geweest en op de nabijgelegen hoge en droge zandruggen heeft een loofbosvegetatie gestaan.

Doordat het beekdal van de Eem langzaam opgevuld raakte met de afzettingen behorende tot open-water gebieden en rietveenmoerassen, zal er vrijwel geen fluviatiele sedimentatie meer hebben plaatsgevonden tijdens grote delen van het Holoceen. Het is dan ook niet te verwachten dat in dit deel van Oosterwold oeverwallen naast de Eem te verwachten zijn.

Alleen in het noordelijke deel van Oosterwold (op kavel A) zijn monsters uit de geul- en oeverafzettingen vrijwel volledig marien en in een veel dynamischer milieu afgezet. De geul stond zeer waarschijnlijk in directe verbinding met de open zee. Delen van het landschap kunnen periodiek voor maximaal enkele maanden hebben drooggelegen. Ook de oeverafzettingen zullen periodiek wel drooggelegen hebben, het is hier echter waarschijnlijk dat vooral onder invloed van getijden zal zijn geweest (gezien de mariene genese) waardoor de oeverafzettingen voor bewoning ongeschikt waren.

De omringende komgebieden laten alweer een duidelijk minder sterk marien beeld zijn, het ondiep watermilieu zal hier vooral brak tot zoet-brak zijn geweest met periodieke mariene influxen.

7.3 Paleogeografische ontwikkeling gedurende het vroeg en midden Holoceen

De in deze paragraaf gepresenteerde paleogeografische kaarten zijn gebaseerd op de verdrinkingscurve van Makaske *et al.* (aangevuld met enkele diepere verdrinkingsgegevens uit Meijles *et al.* (2018)), op de dieptegegevens van de pleistocene ondergrond¹¹⁸, boorgegevens van fase 1 van onderhavig onderzoek en van de analyseresultaten van het multi-proxyonderzoek.

Er is bewust gekozen om de verdrinkingscurve van Makaske te gebruiken bij de vervaardiging van de paleogeografische data, aangezien in onderhavig onderzoek niet systematisch aan de hand van Basisveendateringen de lokale verdrinking is gereconstrueerd. De curve van Makaske is gebaseerd op basisveen gegevens van Zuidelijk Flevoland (waarbij Makaske zelf aangeeft dat de dateringen mogelijk matig betrouwbaar zijn). In totaal zijn 5 paleogeografische kaarten vervaardigd, voor de tijdstippen 9000-8000, 7500, 7000, 6500 en 6000 cal. BP. Hierna is Oosterwold volledig verdrongen en zijn bewoningsmogelijkheden in Oosterwold niet meer aanwezig, de op dat moment aanwezige holocene milieus zijn niet geschikt voor (semi)permanente bewoning, maar nog wel voor activiteiten als visvangst.

Per tijdstip is de NAP-verdrinkingswaarde bepaald aan de hand van bovengenoemde zeespiegelcurves en hiermee zijn vervolgens in MAPINFO en QGIS handmatig geïnterpoleerde vectorkaarten gemaakt, die per tijdstip de verspreiding van de verdrinking weergegeven. De veld- en multi-proxyanalyse gegevens zijn vervolgens gebruikt voor beschrijving van de landschappen, vegetatie en milieus. De gebruikte methodiek heeft zeker zijn beperkingen en is enigszins generaliserend voor het gehele Oosterwold gebied. Onderhavig onderzoek heeft echter te weinig bruikbare dateringen opgeleverd om op detailniveau lokale fasen in de landschapsontwikkeling weer te geven.

Het eerste kaartbeeld (Afb. 23) betreft het kaartbeeld voor de periode van ca. 9000-8000 cal. BP. Op dat tijdstip zijn op alle kavels de vindplaatsen “actief” (zie ook HS 5) en wordt het landschap in Oosterwold gedomineerd door de topografie van het laat pleistocene (dekzand) landschap. Dit landschap zal grotendeels begroeid zijn geweest met bos. De Eem stroomde door het gebied, maar er was vermoedelijk geen sprake van een dynamisch riviersysteem, eerder zal er sprake zijn geweest van een rustig beekje zonder grote afvoeren.

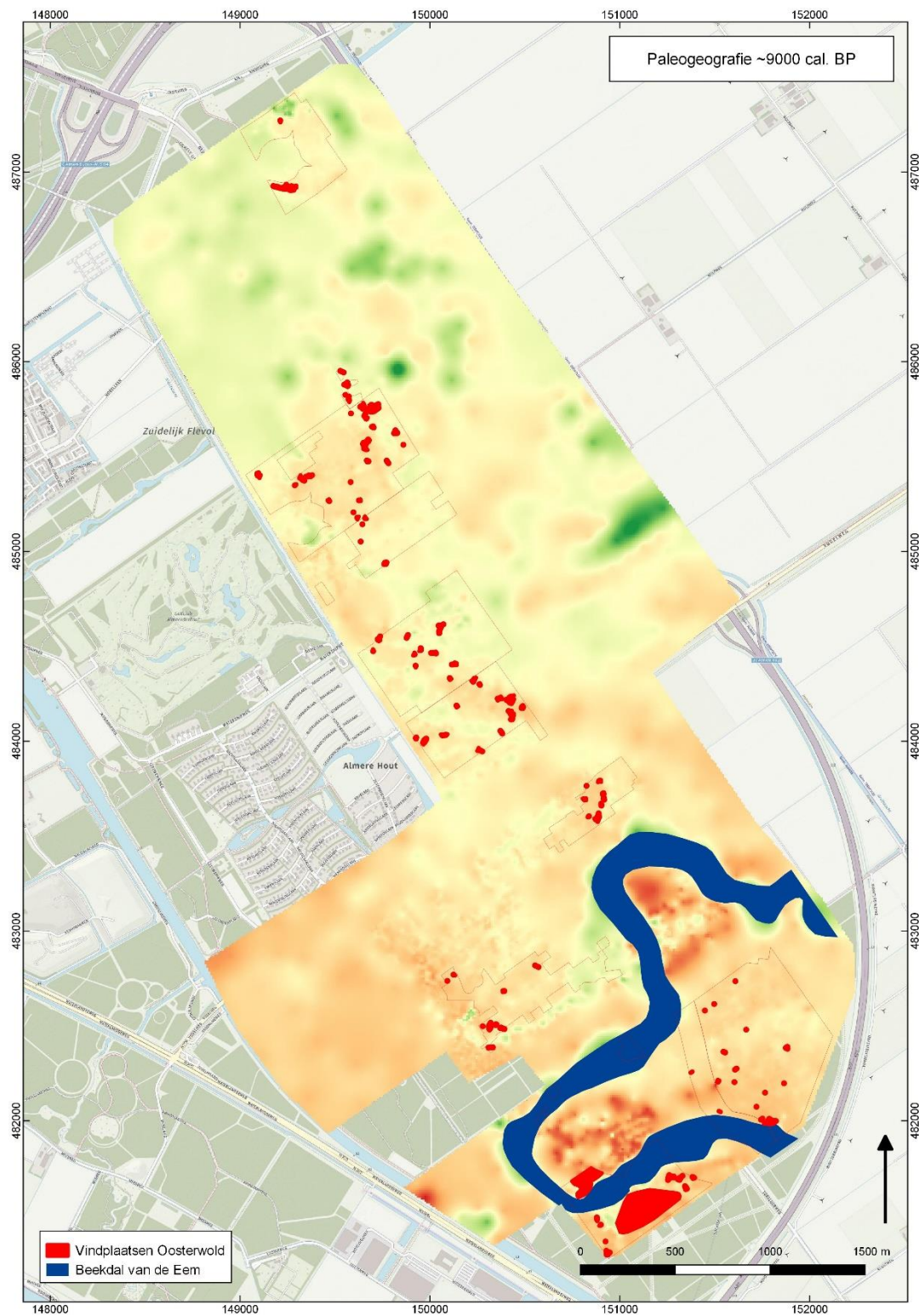
¹¹⁸ Gegevens van onderhavig onderzoek, aangevuld met RIJP boringen, sonderingen en eerder uitgevoerde archeologische onderzoeken, gegevens zijn beschikbaar gesteld door Bureau Archeologie en Monumentenzorg van de Gemeente Almere.

De situatie op het volgende kaartbeeld (Afb. 24, 7500 cal. BP) is nog sterk vergelijkbaar met het eerste kaartbeeld, wel ontstaan op de lagere plaatsen in het landschap (buiten het dal van de Eem) onder invloed van een stijgende grondwaterstand moerassige omstandigheden waarin veen groeit (Basisveen). De vindplaatsen bevinden zich nog in volledig droge omstandigheden, alleen voor de vindplaatsen op kavel I valt met zekerheid te zeggen dat ze nabij zoet water lagen.

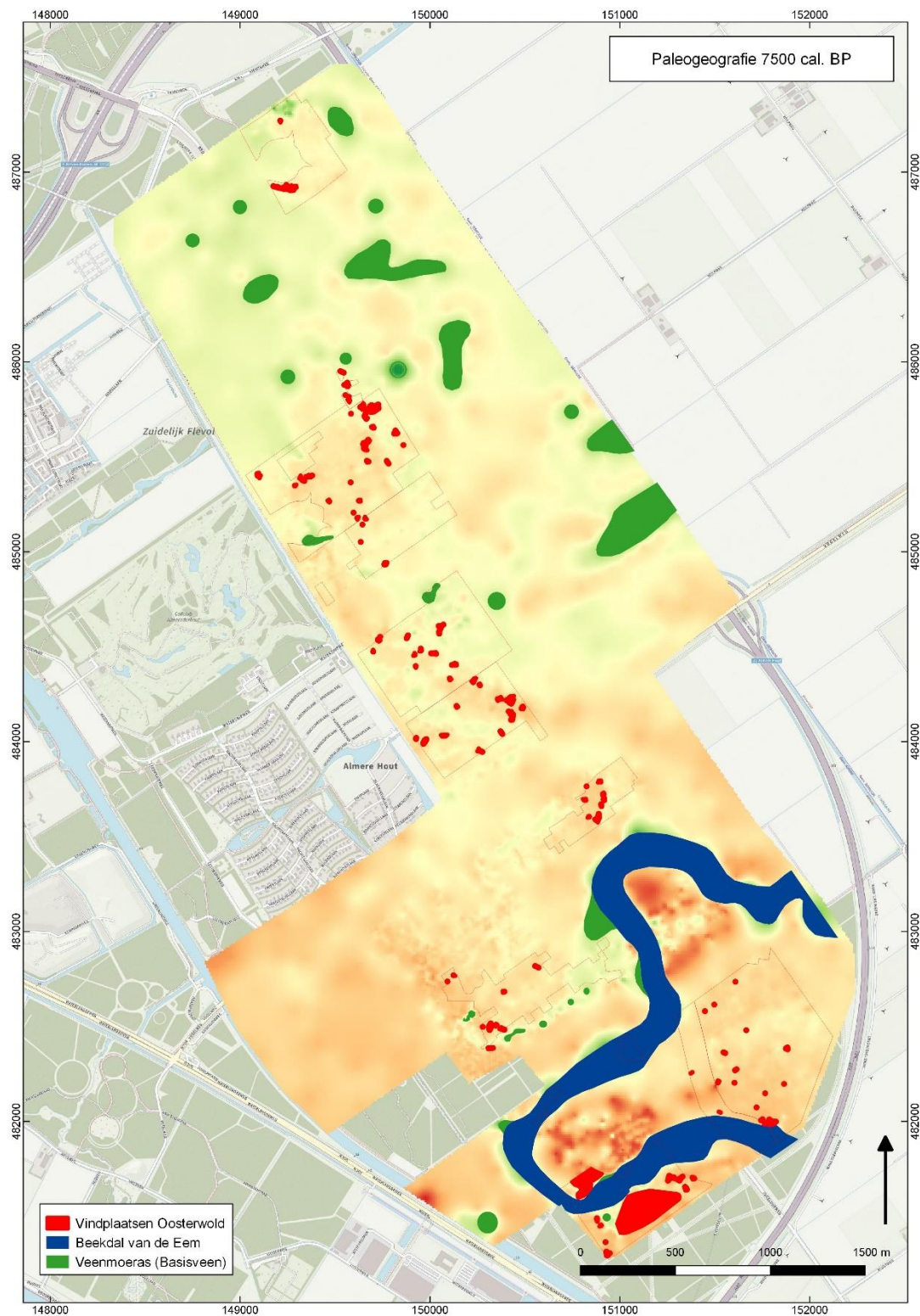
Op de kaart van 7000 cal. BP (Afb. 25) zijn aanzienlijke veranderingen zichtbaar: grote delen van Oosterwold zijn in een periode van 500 jaar onder invloed van de vernatting gekomen en hier ontstaan veenmoerassen. Op diverse vindplaatsen is het inmiddels te nat geworden voor bewoning. Ter hoogte van de Eemgeul zal sedimentatie van de beek vrijwel gestopt zijn doordat er mogelijk al een verbinding met open zee is (diatomeeën van het traject tussen 850 en 1000 cm -NAP uit kern 1232 laten aan de hand van kustallochtone soorten zien dat er verbinding met de kust zal zijn geweest). Het grote rivierduincomplex op kavel I ligt nog ruim boven water, het uitbreidende waterareaal in deze omgeving zal voor meer mogelijkheden voor de mens gezorgd hebben in termen van voedselverzameling

Ook gedurende de volgende 500 jaar (kaart 6500 cal. BP, Afb. 26) zorgt een verdergaande verdrinking voor grote landschappelijke veranderingen: van het pleistocene zandlandschap zijn nog slechts enkele droog en bewoonbaar, vanwege de veranderde landschappelijke situatie zal de mens mogelijk nog maar beperkt in het gebied gewoond hebben

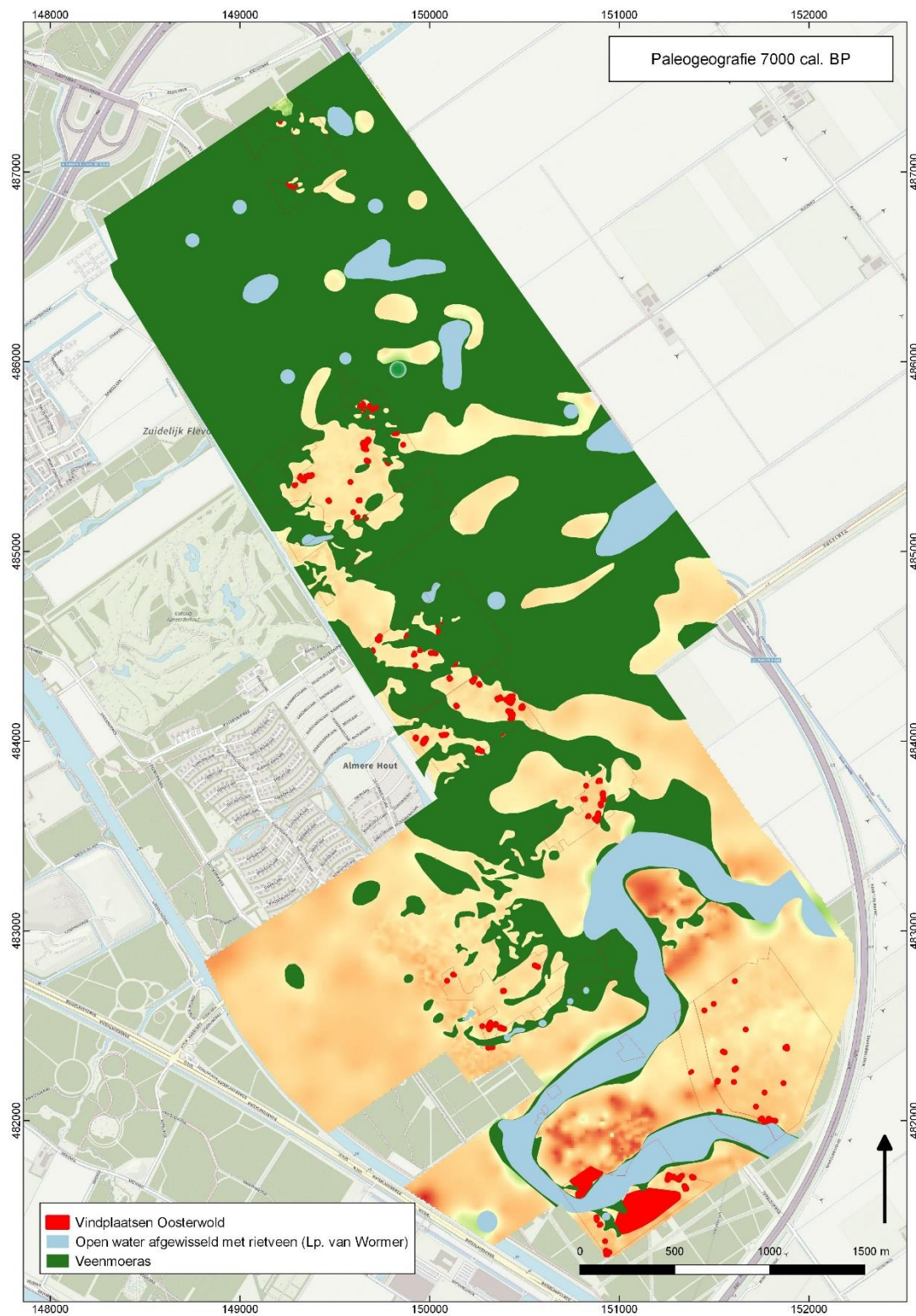
In de laatste kaart (Afb. 27) is Oosterwold vrijwel geheel verdrongen en bestaat het gebied uit een afwisseling van ondiep open water (zoet, zoet-brak, met beperkte mariene instroom) met uitgestrekte rietveenmoerassen.



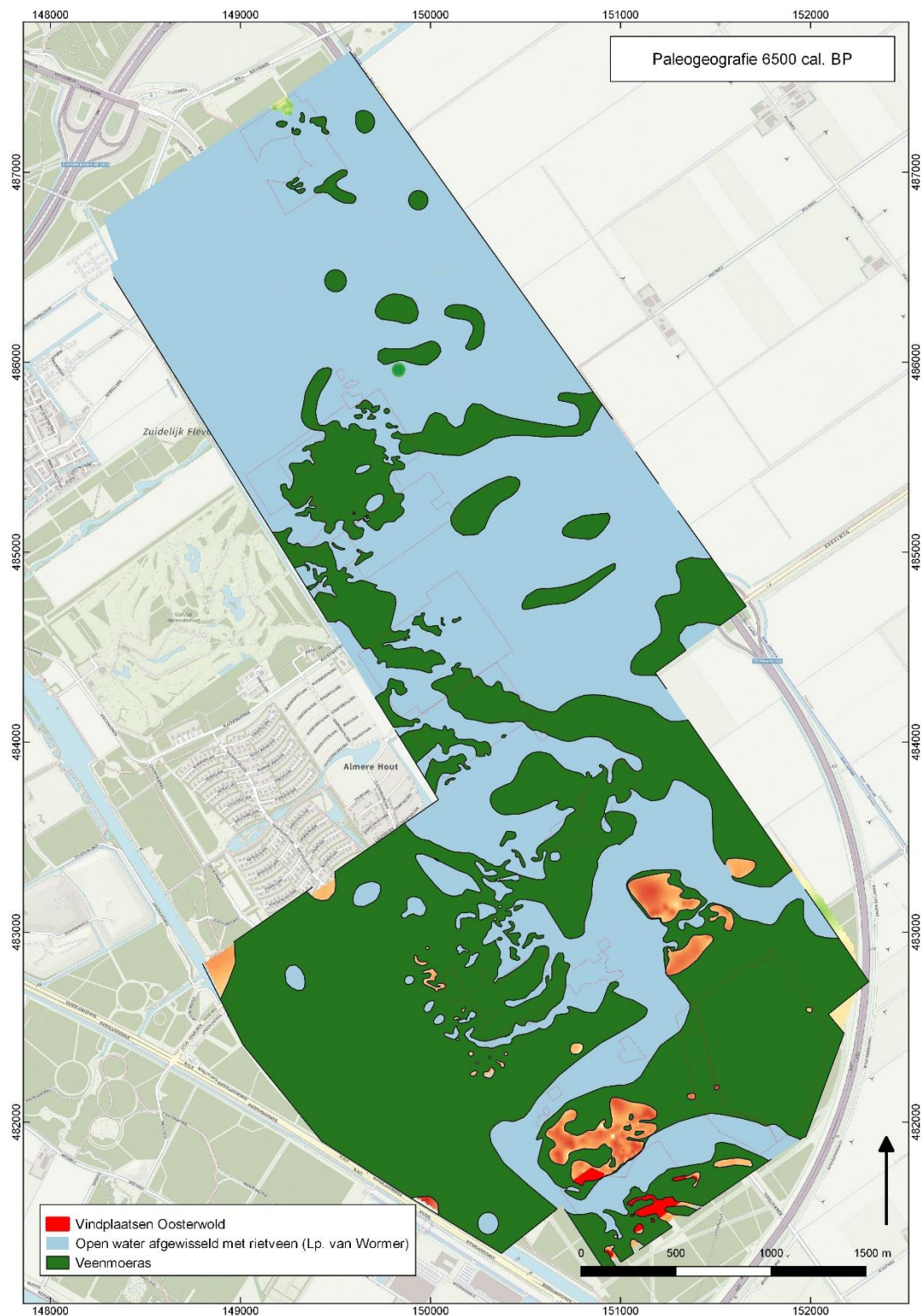
Afbeelding 23: Paleogeografische kaart 8000-9000 cal. BP.



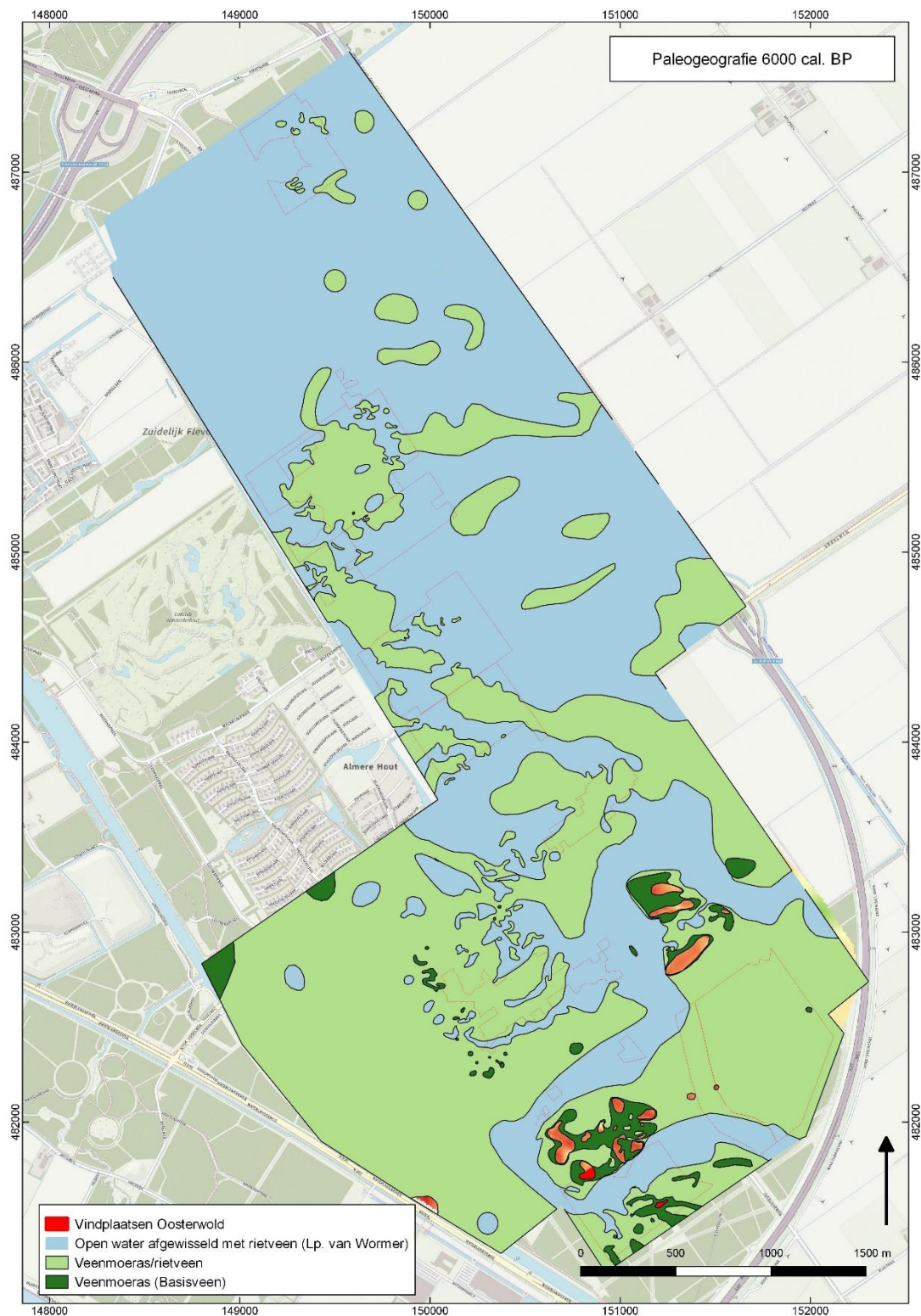
Afbeelding 24: Paleogeografische kaart 7500 cal. BP (~10,4 m -NAP).



Afbeelding 25: Paleogeografische kaart 7000 cal. BP (~8,55 m -NAP).



Afbeelding 26: Paleogeografische kaart 6500 cal. BP (~6,9 m -NAP).



Afbeelding 27: Paleogeografische kaart 6000 cal. BP (~ 5,6 m -NAP).

Samenvattend kan de landschappelijke ontwikkeling als volgt worden geschetst:

- Aan het begin van het Holoceen tot ca. 7500 cal. BP bestaat het grondgebied van Oosterwold uit een met bossen begroeid geaccidenteerd Pleistoceen landschap met in het zuiden van Oosterwold het relatief diepliggende (t.o.v. de omringende omgeving) beekdal van de Eem. De Eem was vermoedelijk een rustig stromend, weinig actief riviertje.
- De effecten van een stijgende zeespiegel worden vermoedelijk pas vanaf ongeveer 7500 cal. BP merkbaar in de lage delen van het grondgebied van Oosterwold, hier ontstaan door een stijgende grondwaterspiegel de eerste veenmoerassen.
- Rond 7000 cal. BP is de invloed van de stijgende zeespiegel al goed merkbaar in grote delen van Oosterwold. Alleen de hogere zandruggen zijn nog droog. Dit resulteert niet alleen in de grootschalige veenvorming op het pleistocene oppervlak, maar ook in een toename in fijnkorrelige (klei) sedimentatie in de lagere delen van het landschap, met name in het dal van de Eem. Hierbij ontstaat ook een beperkte mariene invloed in het gebied.
- In de periode tot 6000 cal. BP neemt de verdrinking verder toe en zal alleen in het uiterste zuiden van Oosterwold nog een klein stukje van het pleistocene landschap boven water liggen. Eromheen bevonden zich uitgestrekte rietmoerassen, afgewisseld met gebieden met ondiep open water. In het uiterste noorden was een marine geul actief.
- Na 6000 cal. BP zal het gebied vanwege verslechterende afwatering steeds meer veranderen in een gebied met veel open (stilstaand) water, maar ook met zones waar stromend water wel degelijk aanwezig geweest zal zijn (ontstaan van het Flevomeer).

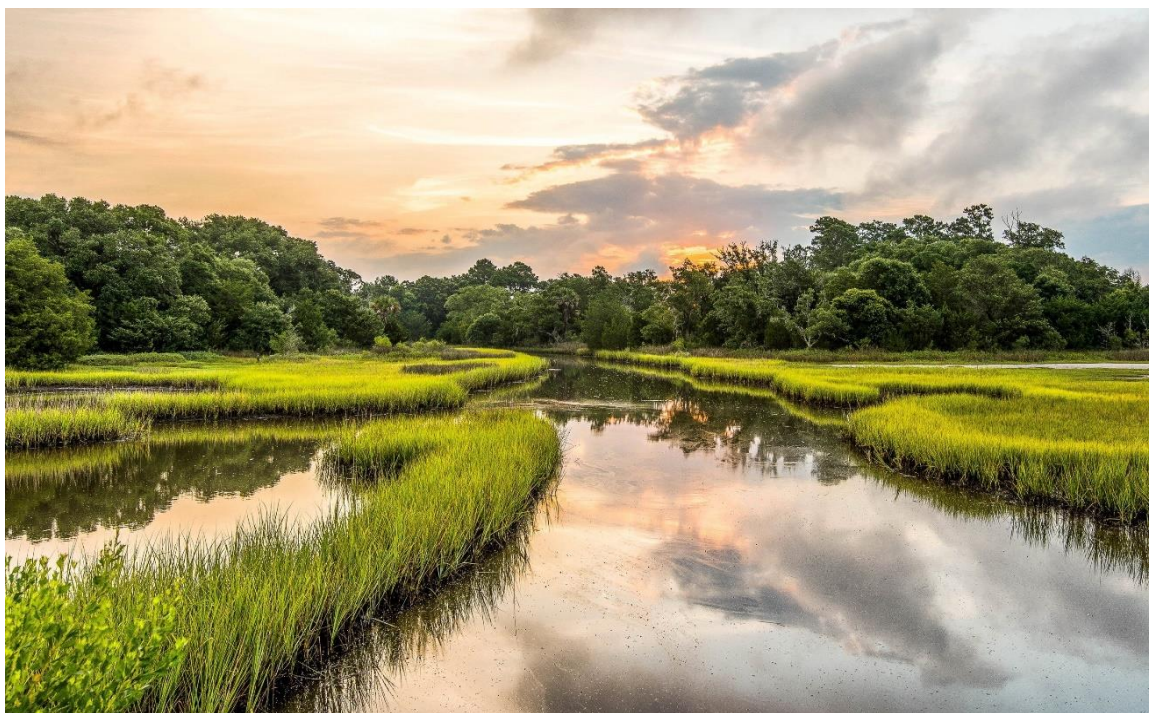
7.4 Bewonings- en gebruiksmogelijkheden van de holocene afzettingen

De toepassing van de uitgebreide multi-proxy analyse van holocene sedimenten verspreid over Oosterwold had als doel om een beoordeling te maken van de gebruiks- en bewoningsmogelijkheden van de holocene landschappen in Oosterwold en dan met name de landschappen behorende bij het Laagpakket van Wormer en de Flevomeer Laag. Aan de hand van dit geo-archeologisch assessment is een archeologische verwachting opgesteld voor de holocene afzettingen.

Het landschap zoals dat aan het begin van het Holoceen in Oosterwold aanwezig was bestond uit een relatief reliëf rijk, droog en begroeid laat pleistoceen oppervlak. In het zuiden van Oosterwold stroomde de Eem, nabij het grote rivierduincomplex van Eemgoed, een landschappelijke situatie zoals is weergegeven in Afbeelding 28. Dit betreft het riviertje de Dinkel dat hier naast een hoge zandrug stroomt, een landschappelijke situatie die vermoedelijk sterke gelijkenis vertoont met de landschappelijke situatie op kavel I, waar de Eem pal langs een hoog rivierduinencomplex stroomde.



Afbeelding 28: De Dinkel bij het Lutterzand, de landschappelijke situatie van een beekdal naast een hoge zandrug is vermoedelijk sterk vergelijkbaar met de landschappelijke situatie nabij kavel I in het eerste deel van het Holoceen. (bron foto: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:RivierDinkel.JPG> / <https://www.flickr.com/photos/pdreijnders/4849565480>).



Afbeelding 29: Rietmoerassen aan de oostkust van de VS (Cape Cod en South Carolina), dit type landschap is een goed equivalent voor het landschap gedurende vorming van het Laagpakket van Wormer in grote delen van Oosterwold (uitgestrekte rietmoerassen met open water en in de nabijheid beboste hogere zandruggen). (bron: <https://pixabay.com/nl/zoutmoeras-cape-cod-oceaan-2763723> en <https://besthqwallpapers.com/landscapes/evening-usa-reed-swamp-lake-3342>).

De afzettingen van het Laagpakket van Wormer bestaan in Oosterwold met name uit sedimenten die in een zeer rustig, voornamelijk zoet tot iets brak milieu zijn afgezet, periodiek zal er zouter water het

gebied zijn binnengestroomd. Het milieu bestond uit een laterale afwisseling van ondiep open water, afgewisseld met rietlanden met in de nabijheid hogere en drogere dekzandruggen met bebossing. In Afb. 29 en 30 zijn enkele voorbeelden opgenomen hoe dit landschap eruit gezien zal hebben. De landschappen zullen vanwege de voortdurend natte condities voor bewoning ongeschikt zijn geweest. Daarentegen zal het gebied juist voor jacht, visvangst etc. wel geschikt zijn geweest. Qua archeologische verwachting moet voor deze gebieden uitgegaan worden van toevalvondsten van gebruiksattributen als viswieren en kano's. Deze zijn echter met regulier prospectief onderzoek vrijwel niet op te sporen.

Uit de multi-proxyanalyse is ook gebleken dat binnen het milieu van het Laagpakket van Wormer plaatselijk delen die periodiek drooggevalen zullen zijn. Dit is mogelijk een effect van beperkte getijdewerking, maar kan ook eerder een seizoenaal fenomeen zijn, waarbij door beperkte aanvoer van water vanuit het achterland gebieden konden droogvallen. Deze droogvallende gebieden waren vermoedelijke echter ook te nat en te modderig om er goed gebruik van te kunnen maken. In Afbeelding 31 zijn enkele hedendaagse equivalenten van deze landschappen opgenomen.

Het landschap dat in Oosterwold na vorming van het Laagpakket van Wormer ontstaat betreft het landschap behorende bij de Flevomeer laag. Dit landschap wordt gekarakteriseerd door een zeer beperkte mariene invloed, zeer beperkte tot afwezige getijdewerking, weinig dynamiek en grotere wateroppervlakten dan het milieu van het Laagpakket van Wormer. Ook voor dit type landschap geldt dat dit voor bewoning ongeschikt is geweest, maar ook hier is er sprake van uitstekende mogelijkheden voor onder andere visvangst door middel van fuiken en/of viswieren (zie Afb. 32). In Almere zijn in het nabij Oosterwold gelegen gebied Stichtse Kant, recentelijk op meerdere plaatsen viswieren aangetroffen in landschappen die vergelijkbaar lijken te zijn met een deel van de Flevomeer landschappen in Oosterwold. Op basis hiervan kan zeker niet uitgesloten worden dat zich in het grondgebied van Oosterwold visweer of visfuik nog in de ondergrond bevinden. Maar hiervoor geldt wel dat deze met reguliere archeologische prospectie vrijwel niet op te sporen zijn. Hooguit kan op basis van een landschappelijk gericht onderzoek worden aangegeven of dergelijke vondsten theoretisch gezien aanwezig kunnen zijn.



Afbeelding 30: Afwisseling van rietmoerassen en ondiep, weinig dynamisch open water in de Donaudelta, Roemenië (bron foto: Farmers of the Coast project, Universiteit Leiden).



Afbeelding 31: Landschap van ondiepe waterplassen en geulen met periodiek droogvallende vlakten in de Donaudelta, Roemenië. De droogvallende vlakten kunnen plaatselijk beperkt en seizoenaal begroeid raken, maar zullen veelal te modderig en te slap zijn om goed te kunnen betreden (bron foto: Farmers of the Coast project, Universiteit Leiden).



Afbeelding 32: Open watergebieden met visweer/visfuik systemen in de Donaudelta, Roemenië (bron foto: Farmers of the Coast project, Universiteit Leiden).

Op kavel A zijn aan weerszijden van een diep ingesneden geul oeverwallen aangetroffen. Deze oeverwallen zijn al eerder onderwerp van onderzoek geweest.¹¹⁹

Hoewel deze onderzoeken de nodige waardevolle data hebben opgeleverd m.b.t. de lithologie en opbouw van het geul-oeverwal systeem, bestond er nog geen duidelijkheid omtrent de bewoonbaarheid van de oeverwal in het verleden en de mogelijke aanwezigheid van archeologische resten op de oeverwal. Wel zijn er bij bovengenoemde onderzoeken houtskoolstof en mogelijke brandlaagjes waargenomen, maar primaire aanwijzingen voor archeologische resten zijn er niet.

Binnen onderhavig project is de focus gericht op het verkrijgen van maximaal inzicht in de landschappelijke genese en datering van het geul-oeverwalsysteem, teneinde uitspraken te kunnen doen m.b.t. de mogelijke bewoonbaarheid van de oeverwal en daarmee de archeologische potentie.

Bij de beschrijving van de boorkernen in het veld zijn de oeverafzettingen geen duidelijke fasen van bodemvorming waargenomen, zijn geen brandlaagjes waargenomen en is rijping - vanwege het matig zandige karakter van de oeverwal - geen goed criterium voor de karakterisering van de oeverwal.

Van de oeverafzettingen zijn monsters geanalyseerd op inhoud van diatomeeën en ostracoden, mollusken en foraminiferen (zie HS 6, kavel A). Uit dit onderzoek blijkt dat in de oeverwal en ook in de geul veel kalkschalige foraminiferensoorten aanwezig zijn, die duiden op afzettingen in een marien milieu. De oeverwal bevat slechts weinig diatomeeën. De aanwezigheid van de kalkschalige foraminiferen op de flank van de oeverwal is een indicatie dat conservering goed is en dat daarmee de kans klein is dat dit deel van de oeverwal langdurig droog aan het oppervlak heeft gelegen. Indien dit het geval was geweest, dan zou ontkalking en daarmee het verdwijnen van de kalkskeletjes verwacht worden. Hoewel het hier niet de absolute top van de oeverwal betreft, lijkt het erop dat in ieder geval een deel van de oeverwal niet tot nauwelijks boven water heeft gelegen. Het beeld van de foraminiferen van zowel de geul als de oeverwal op A geeft dus duidelijk een sterk marien gedomineerd signaal. Daaruit kan gesteld worden dat genese van de geul en oeverwal vanuit het mariene voorland heeft plaatsgevonden en niet vanuit het zoetere rivierenachterland. Bij de genese van de oeverwal moet dan eerder gedacht worden aan een systeem dat vanuit de mariene geul onder invloed van getijden is afgezet, waarbij het sediment mogelijk 2x per dag enkele uren droog ligt (vgl. Afb. 33).

Op basis van dit onderzoek kan dus worden geconcludeerd dat de aangetroffen oeverafzettingen niet geschikt geweest zijn voor bewoning en dat de op kavel A aangetroffen oeverwallen een andere genese hebben dan de oeverwallen die zich in het Swifterbant gebied bevinden.

¹¹⁹ Woltinge 2010; Nales 2014; Nales 2017.



Afbeelding 33: Voorbeeld van een marien gedomineerd geul-oeverwalsysteem aan de westkust van de V.S in een estuarien milieu. De op kavel A aangetroffen geul-oeverwal combinatie zal in een enigszins vergelijkbare setting zijn ontstaan, op de foto is goed zichtbaar dat de omgeving van het geul-oeverwalsysteem vooral zeer nat is geweest (bron: <https://www.estuarypartnership.org/resource/columbia-estuary-ecosystem-classification-summary-report-lcep>).

7.5 Archeologische verwachting Laat-Paleolithicum

Inleiding

Het pleistocene oppervlak in Zuidelijk Flevoland wordt gedomineerd door intacte bodemprofielen, hetgeen een goede conservering van dit oppervlak betekent.¹²⁰ De (relatief) hogere delen van het pleistocene oppervlak in Zuidelijk Flevoland hebben een verhoogde kans op het aantreffen van archeologische resten uit het Laat-Paleolithicum (de Federmesser- en Ahrensburgerculturen) en het Mesolithicum.¹²¹ Met name resten van de Federmesser- en Ahrensburgerculturen zijn tot nu toe nog (vrijwel) niet aangetroffen in west-Nederland en het Noordzeegebied. Het opsporen van zulke resten is van groot belang om de landschapsexploitatie gedurende die periode in Noordwest-Europa beter te begrijpen. In Flevoland kunnen resten uit deze perioden met name in begraven bodems in het dekzand aanwezig zijn.

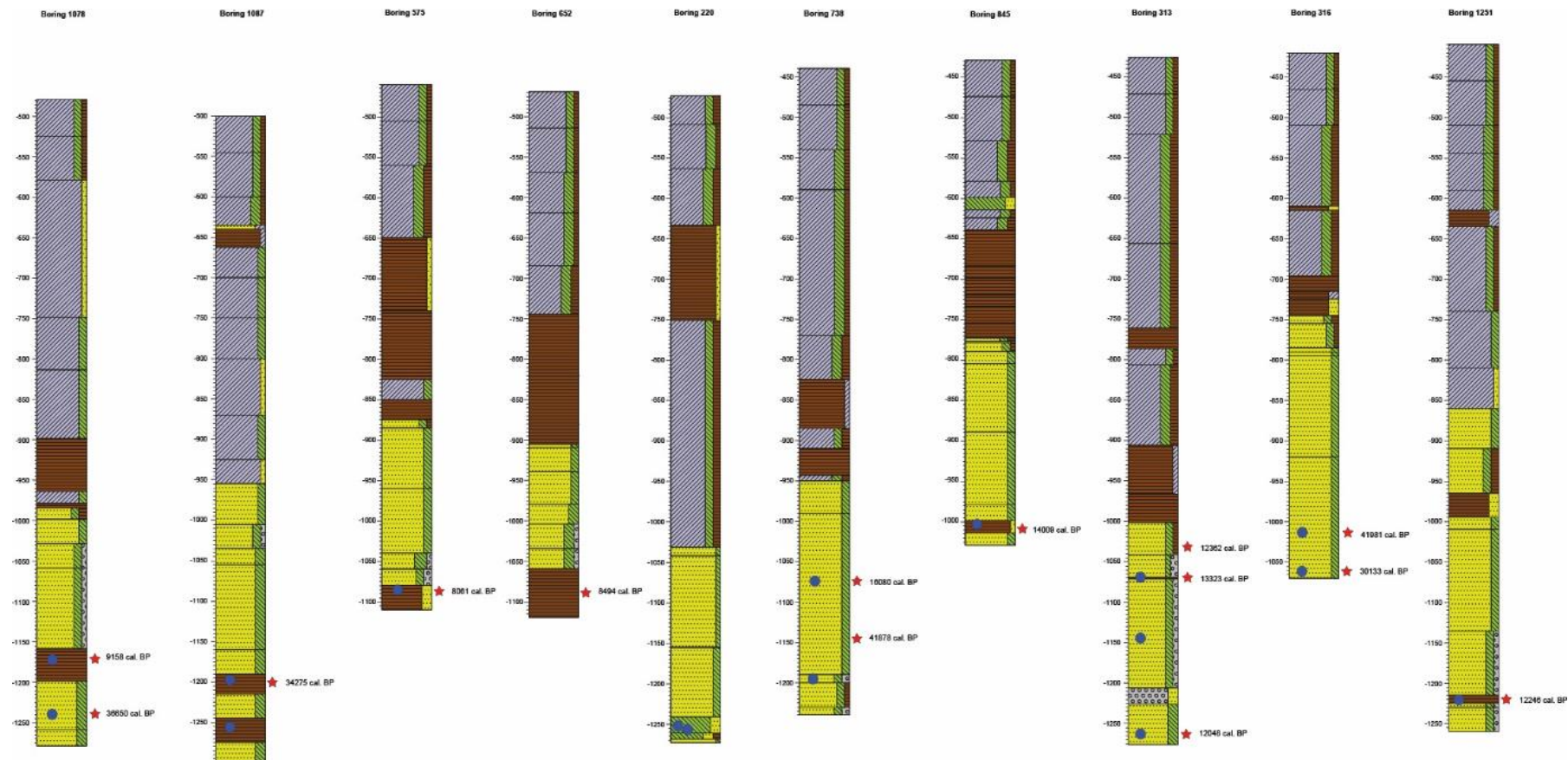
Teneinde inzicht te verkrijgen in de mogelijke aanwezigheid van niveaus waarin archeologische resten uit het Laat-Paleolithicum kunnen worden, is binnen onderhavig onderzoek in het PvE de specifieke eis gesteld dat de verkennende boringen tot minimaal twee meter in het pleistocene sediment moesten worden gezet.¹²² Op deze manier is er op een aanzienlijke schaal inzicht verkregen in de dikte van het dekzand (Laagpakket van Wierden) en de aard van het sediment dat zich onder dit pakket bevindt (zie Hoofdstuk 3 en de kaarten in Bijlage 2). Zoals in Hoofdstuk 3 ook al is aangegeven, worden de afzettingen welke zich in Oostervold onder het dekzand bevinden tot het Laagpakket van Singraven van de Formatie van Boxtel gerekend. Dit laagpakket kent een grote variëteit aan sedimenten en afzettingssmilieus, waaronder humeuze niveaus (humusinspoeling), veenlaagjes en detrituslaagjes.

Het is op dit moment echter niet duidelijk welke ouderdom deze lagen hebben, of het hier om gelijke niveaus gaan welke zich over grotere afstanden uitstrekken en of deze lagen een mogelijke archeologische potentie hebben. Vaak wordt van dergelijke lagen gedacht dat het ofwel een Usselo bodem ofwel Bølling-Allerød lagen betreft (12450-10950 ¹⁴C BP, ongekalibreerd). Een hard bewijs hiervoor ontbreekt echter veelal, waardoor het ook niet mogelijk is om enige vorm van archeologische waardestelling van dergelijke veenlagen en/of bodems te geven. Tevens is het in het veld onmogelijk om gelijk een datering van dergelijke vast te stellen.

¹²⁰ Van den Biggelaar *et al.* 2015.

¹²¹ cf. Van den Biggelaar *et al.* 2016.

¹²² Een en ander komt terug in de tweede onderzoeksvraag (PvE, p. 24) voor het verkennend onderzoek: "Wat is de stratigrafie van het dekzand en de archeologische potentie daarvan?"



Afbeelding 34: Boringen met locaties pollen en dateringen Laagpakket van Singraven (kavels A, C, E, G, H en I).

Teneinde inzicht te krijgen in de aard en ouderdom van deze niveaus zijn binnen onderhavig onderzoek in totaal zestien pollenanalyses en veertien ¹⁴C-dateringen van dergelijke niveaus in het Laagpakket van Singraven, verspreid over het gehele plangebied uitgevoerd (zie Afb. 34 en Tabellen 48 en 49, uitgebreide beschrijvingen van de pollenmonsters zijn opgenomen in Bijlage 8F). Aan de hand hiervan is vervolgens een beoordeling gemaakt of in Oosterwold een archeologische verwachting kan worden opgesteld voor het Laat-Paleolithicum. Uitkomsten van dit deel van het onderzoek zijn van belang voor toekomstige prospectieonderzoeken, want het zal duidelijker worden of er überhaupt rekening mee gehouden moet worden dat er dieper in het Laagpakket van Bostel ook nog lagen met een archeologische potentie zijn.

Monsternr.	Boring	Kavel	Diepte (cm - MV)	Diepte (cm - NAP)
204	1078	A	690	1169
205	1078	A	760	1239
208	1087	A	696	1196
209	1087	A	760	1260
212	575	C	621	1081
216	738	H	638	1078
217	738	H	754	1194
220	845	H	575	1004
222	313	I	644	1070
223	313	I	720	1146
224	313	I	840	1266
227	316	I	595	1015
228	316	I	645	1065
231	1251	I	810	1220
234	220	E	782	1255
235	220	E	786	1259

Tabel 48: Overzicht pollenmonsters Laagpakket van Singraven.

Dateringen en resultaten pollenanalyses

Uit de ¹⁴C-dateringen (Tabel 49) blijkt dat de bemonsterde en onderzochte humeuze niveaus en/of veenlagen van het Laagpakket van Singraven een grote range aan ouderdom hebben (van ongeveer 37.000 BP tot 7.000 BP). Slechts 2 monsters zijn daadwerkelijk in de Bølling-Allerød periode te plaatsen (monsters 221 en 233, zie Tabel 49). De ¹⁴C-dateringen leveren in sommige boringen tegenstrijdige resultaten, waarbij ondiepere monsters een ouder zijn dan dieper gelegen monsters (zie Tabel 49 en Afb. 34). Mogelijk betreft het bij deze monsters verspoeld materiaal (hetgeen niet onwaarschijnlijk is, aangezien de genese van de afzettingen van het Laagpakket van Singraven deels fluviatiel/fluvioperiglaciaal is).

Boring	Kavel	Monster	Labnummer	Diepte (cm - MV)	Diepte (cm - NAP)	¹⁴ C ouderdom BP	Gekalibreerde ouderdom BP	Chronostratigrafie
1078	A	B/A 206	Ua-60216	690	1169	8197 ± 37	9158	Boreaal
1078	A	B/A 207	Ua-60217	760	1239	32245 ± 266	36650	Midden Pleniglaciaal
1087	A	B/A 210	Ua-60218	700	1200	30014 ± 210	34275	Midden Pleniglaciaal
575	C	B/A 213	Ua-60219	629	1089	7225 ± 35	8061	Atlanticum
738	H	B/A 218	Ua-60220	637	1077	13157 ± 53	16080	Laat Pleniglaciaal
845	H	B/A 221	Ua-60221	580	1009	12025 ± 59	14009	Oude Dryas (Bølling)
316	I	B/A 229	Ua-60222	595	1015	37251 ± 476	41981	Midden Pleniglaciaal - Hengelo Interstadiaal
316	I	B/A 230	Ua-60223	645	1065	25263 ± 128	30133	Midden Pleniglaciaal
1251	I	B/A 232	Ua-60224	808	1218	10336 ± 42	12246	Jonge Dryas
652	C	B/A 215	Ua-60225	620	1089	7709 ± 37	8494	Atlanticum
738	H	B/A 219	Ua-60226	703	1143	37049 ± 456	41878	Midden Pleniglaciaal - Hengelo
313	I	B/A 225	Ua-60227	840	1266	10266 ± 42	12048	Jonge Dryas
313	I	B/A 226	Ua-60228	595	1021	10431 ± 44	12362	Jonge Dryas
313	I	B/A 233	Ua-60229	644	1070	11420 ± 52	13323	Allerød

Tabel 49: ¹⁴C-dateringen Laagpakket van Singraven.

Uit de dateringen blijkt dat monster 227 het oudste gedateerde monster is en midden in de Hengelo chronozone valt, een warmere periode in het Weichselien. Deze periode wordt ten eerste onderschreven door de taxa en vooral de boompollen die voorkomen in monster 227. De combinatie van taxa beschrijft een taigalandschap gedomineerd door dennen, met enkele berken, elzen en wilgen. Daarnaast is het gevonden veenmos een verdere onderschrijving van dit landschap. Monster 217 is qua datering het meest te vergelijken met monster 227. Dit monster lijkt eenzelfde landschap te beschrijven als het vorige monster, al is dit monster iets diverser. Zo komen er meer taxa voor die duiden op een kruidige vegetatie, zoals de schermbloemenfamilie, de composietenfamilie, de waterweegbree en de gagel. Deze soorten in combinatie met HdV-type 115 en HdV-type 124 beschrijven een natter milieu dan de het vorige monster. Dit is waarschijnlijk geen verandering in klimaat, maar veroorzaakt door een lokale verandering in afzettingenmilieu.

Binnen het Weichselien vallen ook de monsters 205, 209 en 208. Deze lijken wat betreft datering in de Denekamp chronozone te vallen. De Denekamp periode was net als de Hengelo chronozone een relatief warme periode in het Pleniglaciaal. Om deze reden is de pollensamenstelling van deze monsters vergelijkbaar met die uit de Hengelo periode. In monster 205 is eenzelfde kruidige veenmoerasvegetatie te vinden als in monster 217. De ouderdom van monster 209 is niet bekend,

al lijkt de pollensamenstelling te passen binnen deze periode. Van monster 208 uit dezelfde boring is de ouderdom wel bekend. Wat betreft pollenspectrum is het monster grotendeels vergelijkbaar met de andere monsters. De HdV-types scheppen echter een beeld van een zeer natte omgeving. Door de zeer natte omgeving en de lage pollensom kan de conclusie worden getrokken dat deze locatie dichtbij of in (stromend) water ligt. Het volgende monster 228 (25.263 BP) bevindt zich wat betreft ouderdom in de laatste koude periode voor het Bølling-Allerød. De vegetatie is in deze periode in opbouw vrijwel gelijk aan de voorgaande monsters. Van de onderzochte monsters vallen alleen pollenmonsters 220 en 222 binnen de Bølling-Allerød periode. In deze monsters lijkt de pollensamenstelling een iets warmere vegetatie te beschrijven. Het percentage den is lager dan in de eerdere monsters en de hoeveelheid veenmos en heidesoorten is hoger dan in andere monsters. Het grootste deel van de pollensom bestaat uit de grassenfamilie, wat duidt op een open vegetatie met kruidige graslanden.

Enkele van de onderzochte monsters zijn jonger dan de Bølling-Allerød periode en vallen binnen het Holoceen. Dit zijn de monsters 231, 224, 204 en 212. Monsters 231 en 224 liggen net op de overgang van Jonge Dryas naar Preboreaal en bevatten qua vegetatie een hoog percentage den en een hoog percentage grassen, een samenstelling die kenmerkend is voor het vroegste deel van het Holoceen. Monster 204 valt qua ouderdom met 8.197 BP iets later in het Holoceen, maar wat betreft vegetatie is er weinig verschil met de andere monsters met een holocene datering. Het percentage den is zelfs nog hoger. Het jongste onderzochte monster 212 (7.225 BP) is qua vegetatie vergelijkbaar met de andere holocene monsters, al is de pollensom erg laag.

Conclusies

Het onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat in het Laagpakket van Singraven diverse veenlagen en/of humeuze niveaus aanwezig zijn die grotendeels dateren in de lange periode Midden-Pleniglaciaal - Laat Glaciaal. In slechts twee gevallen valt een datering in de Bølling-Allerød periode en twee monsters dateren in het Jonge Dryas, de laatste koude periode voor de start van de holocene opwarming. Daarnaast ontbreekt in de monsters die uit het Laag Glaciaal komen houtskool, laatglaciale bodems zoals de Usselo bodem bevatten vaak wel houtskool. Een uniform, wijdverspreid Bølling-Allerød niveau of een ander laatglaciaal bodemniveau (vgl. Usselo bodem) is niet aangetroffen in Oosterwold. Voor nu kan er dus ook worden aangenomen dat er in Oosterwold geen niveaus aanwezig zijn die een hoge verwachting hebben voor laat paleolithische archeologische resten. De aanwezigheid ervan valt echter niet volledig uit te sluiten en om hier in de toekomst beter inzicht in te krijgen, is een systematische documentatie en datering van humeuze en bodemniveaus in het Laagpakket van Singraven noodzakelijk.

8 Synthese

In dit slothoofdstuk zullen in eerste instantie de in Hoofdstuk 1 geformuleerde onderzoeksvragen worden behandeld. Vervolgens volgt een beschouwing van de gehanteerde onderzoeksmethodiek met daarbij perspectieven en aanbevelingen voor toekomstig onderzoek.

Tenslotte worden de onderzoeksresultaten vertaald naar een selectieadvies t.b.v. het vergunningentraject voor toekomstige kaveleigenaren. Hierbij wordt tevens vastgesteld tot welk niveau toekomstige inrichtingsplannen aangedragen door initiatiefnemers kunnen worden getoetst op basis van de resultaten van dit onderzoek en wanneer aanvullend waarderend onderzoek noodzakelijk is.

8.1 Onderzoeksvragen

Het algehele doel van het inventariserend veldonderzoek (IVO) is het aanvullen en toetsen van de gespecificeerde archeologische verwachting, zoals geformuleerd in het bureauonderzoek.¹²³ Hiervoor is een fasering opgebouwd met voor elke fase een specifieke vraagstelling.

Fase 1 verkennend booronderzoek

- *Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, het reliëf en de gaafheid van de top van het pleistocene oppervlak?*

In het grootste deel van Oosterwold bestaat de top van het pleistocene oppervlak uit een pakket matig tot goed gesorteerd, kalkloos matig fijn zand dat een dikte van enkele tientallen centimeters tot enkele meters heeft en grotendeel tussen de 900 en 700 cm -NAP ligt, met enkele uitschieters zowel naar boven als naar beneden. Dit betreft de afzettingen welke tot de voormalige “Jonge Dekzanden” worden gerekend en welke conform de huidige lithostratigrafische indeling van Nederland tot het Laagpakket van Wierden van de Formatie van Boxtel worden gerekend. Morfologisch gezien vormt dit oppervlak een afwisseling van laagtes, vlaktes en hogere kopjes en ruggen. Op kavel I bevindt zich in de ondergrond een rivierduin (Formatie van Boxtel, Laagpakket van Delwijnen), waarvan de top rond de 5 meter -NAP ligt.

Onder droge bodemcondities, zoals de hooggelegen dekzandtoppen, zijn na verloop van tijd en onder invloed van een uitbreidende vegetatie in het Holoceen door processen van in- en uitspoeling humus- en/of moderpodzolgronden tot ontwikkeling gekomen. Beide bodemtypen representeren een landschap dat voor langere tijd (enige duizenden jaren) stabiel is geweest en hebben een hoge archeologische potentie. Onder vochtige tot natte bodemcondities kon in de vooral wat lagere delen

¹²³ Smith 2011.

in het dekzand geen uitgebreide bodemvorming optreden en is er sprake van een bodem met een Ah-horizont of een AC-horizont op een veelal grijze C-horizont. Er is in dat geval sprake van een vaaggrond. Indien er in de boringen sprake is van een C-horizont met daarboven direct een andere lithologie (bijvoorbeeld klei of veen), dan is er zeer waarschijnlijk sprake van erosie van de bovenkant van het dekzand. Wel kan er nog sprake zijn van enige vernieuwde (na verspoeling) aanrijking van humus in de top van het dekzand, waardoor er toch sprake is van een (zeer dunne) A-horizont (dit bodemtype is aangeduid als “nieuwvorming / herwerkt”). Op basis van de gegevens van de bodemhorizonten blijkt dat ongeveer 59% van het dekzandoppervlak in Oosterveld nagenoeg intact is. Hier bevinden zich podzolbodems, iets afgetopte podzolbodems (EBC profielen) en vaaggronden, waarbij de vaaggronden veelal in het iets lagere dekzandgebieden voorkomen en podzolbodems op de hogere delen. In zo’n 21% van het onderzochte gebied is sprake van enige verspoeling van het dekzand waarna er hernieuwde humusaanrijking heeft plaatsgevonden en in ongeveer 20% van het plangebied is sprake van duidelijke erosie van het dekzand. Dit houdt in dat in bijna 60% van het onderzochte grondgebied van Oosterveld een kans is op het aantreffen van intacte vindplaatsen in het dekzand.

- *Wat is de stratigrafie van het dekzand en de archeologische potentie daarvan?*¹²⁴

De basis (onderkant) van het bodemprofiel zoals dat in Oosterveld is aangetroffen bestaat uit een afwisseling van horizontaal en scheef gelaagd matig fijn tot matig grof, zwak tot matig grindig, zwak tot matig siltig zand, grindsnoertjes, weinig zand, veenlaagjes, detrituslaagjes, en zwak tot matig zandige leem. De sortering is veelal matig tot slecht en de klastische sedimenten zijn vaak kalkhoudend. Plaatselijk zijn cryoturbate structuren aangetroffen. Deze combinatie van sedimenten wordt lithostratigrafisch gezien tot één eenheid gerekend, het Laagpakket van Singraven van de Formatie van Bostel. Voorheen werd deze combinatie van sedimenten gerekend tot de zogenaamde “Oude Dekzanden” (welke in feite een combinatie zijn van eolische, fluviale, fluvio-periglaciaal en fluvio-eolische sedimenten).¹²⁵ Enkele van deze humeuze (bodem)niveaus en/of venige lagen zijn op verschillende plaatsen in het zuiden en oosten van Nederland aangetroffen en worden dikwijls in de Bølling-Allerød (ca. 13.000-11.000 jaar BP) periode geplaatst. Gedurende deze periode in de laatste ijstijd was er sprake van enkele korte warmere perioden, waardoor er enige bodemvorming en/of

¹²⁴ Voor deze onderzoeksvraag is specifiek aandacht geschonken aan humeuze lagen en bodemniveaus welke zich onder het dekzand bevinden en mogelijk in de Bølling-Allerød perioden dateren. Deze niveaus hebben een mogelijke archeologische verwachting op het aantreffen van archeologische resten uit het Laat-Paleolithicum. Binnen onderhavig onderzoek is door middel van pollenanalyses en dateringen nader onderzoek verricht naar deze verwachting.

¹²⁵ Van oudsher is in de Nederlandse lithostratigrafie (indeling uit 1975) een onderscheid gemaakt tussen Oude en Jonge dekzanden, waarbij de Oude dekzand vóór de Bølling-Allerød perioden (Pleniglaciaal, ongeveer 73.000 - 13.000 BP) zijn afgezet en de Jonge Dekzanden vooral in het Laat Glaciaal (13.000 - 10.000 BP) zijn afgezet. Tegenwoordig worden alle eolische en periglaciaal afzettingen uit het Weichselien tot de Formatie van Bostel gerekend (cf. Schokker 2003).

veengroei kon plaatsvinden. In deze niveaus kunnen theoretisch gezien vindplaatsen voorkomen die in het Laat-Paleolithicum dateren (18.000-8.000 v. Chr.).

Het onderzoek heeft duidelijk gemaakt dat in het Laagpakket van Singraven diverse veenlagen en/of humeuze niveaus aanwezig zijn die grotendeels dateren in de lange periode Midden-Pleniglaciaal - Laat Glaciaal. In slechts twee gevallen valt een datering in de Bølling-Allerød periode en twee monsters dateren in het Jonge Dryas, de laatste koude periode voor de start van de holocene opwarming. Daarnaast ontbreekt in de monsters die uit het Laag Glaciaal komen houtskool, laatglaciale bodems zoals de Usselo bodem bevatten vaak wel houtskool. Een uniform, wijdverspreid Bølling-Allerød niveau of een ander Laatglaciaal bodemniveau (vgl. Usselo bodem) is niet aangetroffen in Oosterwold. Voor nu kan er dus ook worden aangenomen dat er in Oosterwold geen duidelijke niveaus aanwezig zijn die een hoge verwachting hebben voor Laatpaleolithische archeologische resten.

- *Zijn er donker verkleurde en/of ontkalkte zones in de afzettingen van het Wormer laagpakket in het onderzoeksgebied aanwezig? Wat is de diepteligging, dikte en mate van rijping van de lagen van het Wormer laagpakket?*

In het plangebied zijn op grote schaal sedimenten van het Laagpakket van Wormer aangetroffen. De variatie in dikte is groot en loopt in het plangebied uiteen van enkele centimeters tot meerdere meters indien er sprake is depressies, geulen of geulvormige laagten (zoals op kavels A, I, J en K). De afzettingen bestaan uit slappe (ongerijpte), humusarme tot zwak humeuze, zwak tot matig siltige klei (Ks2 en zelfs Ks1 met een kleipercantage dat hoger dan 50% is). Het sediment bevat vaak wortels van riet en binnen het pakket komen ook regelmatig lagen rietveen voor. Het sediment is kalkloos tot kalkrijk, waarbij de kalkloze delen zich vaak direct onder een laag rietveen bevinden. Humuszuren zullen hier voor ontkalking hebben gezorgd. Plaatselijk is in de afzettingen een micro-gelaagdheid waargenomen die mogelijk samenhangt met eb en vloed, maar die eerder gezien kan worden als resultaat van stuwing, onderstroom of stormvloeden. Op kavel A zijn naast een diep ingesneden geul zandige en gerijpte oeverafzettingen aangetroffen die ook tot het Laagpakket van Wormer worden gerekend. Deze oevers zijn marien van oorsprong en zijn onder water gevormd.

De top van het Laagpakket van Wormer ligt rond de 6 m -NAP, maar in diverse delen van het gebied is door latere erosie de top verdwenen. De diepste ligging van het sedimenten van het Laagpakket van Wormer is aangetroffen op kavel A, waar in een opvulling van een geul de sedimenten op een diepte van meer dan 12 m -NAP aanwezig zijn.

- *Is het Hauwert Complex in het plangebied te onderscheiden? Zo ja, wat is de verspreiding, dikte en samenstelling van die laag?*

Lopende het onderzoek en de daaropvolgende (onderhavige) rapportage is door de auteurs besloten om de term Hauwert Complex niet meer te hanteren, maar om betreffende afzettingen onderdeel te laten uitmaken van de Flevomeer Laag van de Formatie van Nieuwkoop. De afzettingen waar het om gaat bestaan uit zeer dunne, zeer fijne humeuze kleiige zandlaagjes, afgewisseld met detritusrijke laagjes. Conform eerdere beschrijvingen worden de afzettingen tevens gekenmerkt door de aanwezigheid van talrijke (veelal in doublet voorkomende) brakwaterkoksels (*Cerastoderma glaucum*), waardoor het Hauwert Complex voorheen ook als “cardiumklei” is aangeduid.¹²⁶

De term Hauwert Complex betreft echter geen eenheid conform de vigerende lithostratigrafische indeling van Nederland. Wel wordt in de lithostratigrafische beschrijving van de Flevomeer Laag gesproken over “organoklastische (deels silica-klastische)” afzettingen.¹²⁷ Eerder onderzoek heeft al uitgewezen dat er omtrent de naamgeving en verschillen/overeenkomsten met de Flevomeer Laag nog veel onduidelijk is. Er is toen voorgesteld om het Hauwert Complex te verdelen in een organische en klastische variant.¹²⁸ Daarmee is het probleem omtrent naamgeving en lithostratigrafie nog niet opgelost. Mede daarom is er in dit rapport voor gekozen om de naam Hauwert Complex niet te gebruiken en juist de Flevomeer Laag onder te verdelen in een (silica)-klastische en organoklastische variant, waarbij de afzettingen die regionaal tot het Hauwert Complex worden gerekend nu tot de silica-klastische variant van de Flevomeer Laag worden gerekend. Daarbij dient opgemerkt te worden dat een van de belangrijkste kenmerken van het door Menke *et al.* benoemde Hauwert Complex, namelijk de aanwezigheid van talrijke brakwaterkoksels, juist in Oosterveld afwezig is.

De organoklastische variant van de Flevomeer Laag bestaat uit pakket van hoofdzakelijk ongerijpte, matig humeuze, kalkhoudende sterk siltige klei, dat sterk lijkt op een *detritus-gyttja*. In dit pakket zijn vrijwel overal schaalpjes van Ostracoden (mosselkreeftjes) aanwezig.

De silica-klastische variant van de Flevomeer Laag is op diverse plaatsen in het plangebied waargenomen, veelal in de vorm van geulvormige laagten die deels ook zijn opgevuld met de organoklastische variant. Deze geulen zijn op kavels C, D, E en J aanwezig en hebben hier plaatselijk voor erosie van het Hollandveen en het Laagpakket van Wormer gezorgd en plaatselijk is zelfs de top van het dekzand geërodeerd. Het is echter onduidelijk wanneer dit heeft plaatsgevonden, in wat voor periode en wat voor mechanisme hier achter heeft gezeten. Wellicht is er sprake geweest van een tijdelijke opening van de kust, mogelijk tussen ongeveer 2000 en 1800 v.Chr. (vgl. West-Friesland) waardoor er plotseling een tijdelijke sterke afwatering van het gebied ontstond. Er bestaat dus een

¹²⁶ cf. Menke *et al.* 1998.

¹²⁷ Weerts & Busschers 2003. Formatie van Nieuwkoop. In: Lithostratigrafische Nomenclator van de Ondiepe Ondergrond. Geraadpleegd 26-6-2019 via <https://www.dinoloket.nl/formatie-van-nieuwkoop>.

¹²⁸ De Moor 2015.

variatie in dynamiek van de milieus waarin de afzettingen van de Flevomeer Laag zijn gevormd, waarbij de organoklastische afzettingen vooral in een zeer weinig stromende tot stilstaande zoete / zoet-brakke open watergebieden zijn afgezet. De grote hoeveelheid organisch materiaal is afkomstig van verslagen veen.

In vergelijkbare afzettingen zijn de afgelopen jaren in het gebied Stichtse Kant (dat vrijwel naast de westelijke begrenzing van Oosterveld ligt) visweersystemen aangetroffen. Voor de afzettingen van de Flevomeer Laag dient dus rekening te worden gehouden met het voorkomen van archeologische resten, dus zullen echter geen nederzettingen zijn, maar eerder resten die duiden op gebruik van het landschap. Dergelijke resten zijn echter niet met regulier booronderzoek op te sporen.

- *Bestond er tijdens het Subboreaal daadwerkelijk een verbinding tussen Zuidwestelijk Flevoland, het Oer-IJ en de kust?*

Op basis van het uitgevoerde diatomeeën- en foraminiferenonderzoek van met name de sedimenten van het Laagpakket van Wormer is gebleken dat in diverse delen van het plangebied soorten voorkomen die geassocieerd worden met open zee. Het betreft hier zogenaamde “kustallochtone” diatomeeënsoorten en stekels van de zeeklit. Deze soorten hebben niet ter plekke geleefd en zijn aangevoerd vanuit het kustgebied. Daarmee is het zeer waarschijnlijk dat er een verbinding met open zee zal zijn geweest, al is het niet met zekerheid vast stellen of dit via het Oer-IJ was. Het grootste deel van het plangebied zelf was echter gedurende het Atlanticum en Subboreaal een vooral zoet en nat landschap met zeer beperkte mariene invloeden.

Fase 2 karterend booronderzoek

- *Zijn er archeologische indicatoren die wijzen op de aanwezigheid van archeologische steentijdvindplaatsen op en in de relevante onderscheiden lagen?*

Bij de uitvoering van het karterende en waarderende booronderzoek op de verschillende kavels zijn op alle kavels bij elkaar in totaal 90 vindplaatsen aangetroffen in de top van het pleistocene dekzand. Vindplaatsen zijn begrensd op basis van harde indicatoren (antropogeen vuursteen, antropogeen natuursteen, verkoolde hazelnootdop, aardewerk en verbrand bot), landschappelijke kenmerken en de aanwezigheid van zeer hoge concentraties houtskool binnen een straal van 10 meter rondom harde indicatoren.

- *Wat is de diepteligging van eventueel aanwezige archeologische resten.*

De aangetroffen resten bevinden zich op dieptes variërend van ongeveer 5 m -NAP (kavel I) tot ruim 9 m -NAP (kavel E).

- *Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, het reliëf en de gaafheid van de top van het pleistocene oppervlak?*

Zie hiervoor het antwoord op de eerste vraag van Fase 1.

- *Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, dikte, diepteligging, mate van rijping en archeologische potentie van het Laagpakket van Wormer?*

In het plangebied zijn op grote schaal sedimenten van het Laagpakket van Wormer aangetroffen. De variatie in dikte is groot en loopt in het plangebied uiteen van enkele centimeters tot meerdere meters indien er sprake is depressies, geulen of geulvormige laagten (zoals op kavels A en I). De afzettingen bestaan uit slappe (ongerijpte), humusarme tot zwak humeuze, zwak tot matig siltige klei (Ks2 en zelfs Ks1 met een kleipercantage dat hoger dan 50% is). Het sediment bevat vaak wortels van riet en binnen het pakket komen ook regelmatig lagen rietveen voor. Het sediment is kalkloos tot kalkrijk, waarbij de kalkloze delen zich vaak direct onder een laag rietveen bevinden. Humuszuren zullen hier voor ontkalking hebben gezorgd. Plaatselijk is in de afzettingen een micro-gelaagdheid waargenomen die mogelijk samenhangt met eb en vloed, maar die eerder gezien kan worden als resultaat van stuwing, onderstroom of stormvloeden. Op kavel A zijn naast een diep ingesneden geul zandige en gerijpte oeverafzettingen aangetroffen die ook tot het Laagpakket van Wormer worden gerekend. Deze oevers zijn marien van oorsprong en zijn onder water gevormd.

De top van het Laagpakket van Wormer ligt rond de 6 m -NAP, maar in diverse delen van het gebied is door latere erosie de top verdwenen. De diepste ligging van het sedimenten van het Laagpakket van Wormer is aangetroffen op kavel A, waar in een opvulling van een geul de sedimenten op een diepte van meer dan 12 m -NAP aanwezig zijn.

Uit de multi-proxyanalyses is gebleken dat de afzettingen van het Laagpakket van Wormer zijn gevormd in vooral zoete tot zoet-brakke ondiep watermilieus met zeer beperkte getijdenwerking. In deze gebieden waren zeer waarschijnlijk delen aanwezig die periodiek (tot maximaal enkele maanden) drooglagen. Daarmee waren deze gebieden echter niet geschikt voor permanente bewoning, daarvoor was het oppervlak nog steeds te nat en te modderig. De archeologische potentie voor het aantreffen van nederzettingenresten in het Laagpakket van Wormer is dan ook laag. De landschappen zijn vanwege de natte condities voor bewoning ongeschikt geweest. Daarentegen zal het gebied juist voor jacht, visvangst etc. wel geschikt zijn geweest. Qua archeologische verwachting moet voor deze gebieden uitgegaan worden van toevalsvondsten van gebruiksattributen als visweren en kano's. Deze zijn echter met prospectief onderzoek vrijwel niet op te sporen.

- *Wat is het geologisch kaartbeeld, de opbouw, dikte, diepteligging, mate van rijping en archeologische potentie van het Hauwert laagcomplex?*

Zie hiervoor het antwoord op de vijfde vraag van Fase 1.

Fase 3 waarderend booronderzoek

- *Wat is de omvang/begrenzing van de archeologische vindplaatsen?*

De aangetroffen vindplaatsen zijn begrensd op basis van harde indicatoren (antropogeen vuursteen, antropogeen natuursteen, verkoolde hazelnootdop, aardewerk en verbrand bot), landschappelijke kenmerken en de aanwezigheid van zeer hoge concentraties houtskool binnen een straal van 10 meter rondom harde indicatoren. Rondom de buitenste indicatoren is een zone van 10 meter vastgesteld, welke de kern van de vindplaats vormt. Volgens provinciale richtlijnen is rondom elke vindplaats vervolgens nog een bufferzone van 10 meter vastgesteld.

De grootte van de vindplaatsen is sterk variabel. Diverse vindplaatsen zijn gebaseerd op de aanwezigheid van 1 primaire indicator en hebben een grootte van ruim 300m². De grootste vindplaatsen liggen op kavel I en hebben een grootte van meer dan 1 hectare.

- *Wat is de diepteligging en datering van de vindplaatsen?*

De aangetroffen resten bevinden zich op dieptes variërend van ongeveer 5 m -NAP (kavel I) tot ruim 9 m -NAP (kavel E). De resultaten van de dateringen laten zien dat het dekzandlandschap in Oosterveld voor een lange periode van mogelijk duizenden jaren bewoond is geweest, vanaf het vroeg-Mesolithicum tot en met het Midden-Neolithicum. Kavel I kent de langste periode van bewoning, hier is het dekzandlandschap ook het laatst verdrongen. Op nabij gelegen kavel K is de jongste vindplaats (5H_142) aangetroffen, deze dateert op basis van gedateerde verkoolde hazelnootdoppen in het Midden-Neolithicum. Het is echter de vraag of deze vindplaats daadwerkelijk in het Midden-Neolithicum dateert, aangezien deze vindplaats op een NAP hoogte van ongeveer -7 meter, conform de gangbare verdrinkings-/ zeespiegelcurves van het gebied, reeds verdrongen zou moeten zijn. Op kavel D is de bewoning relatief kortdurend geweest.

- *Uit welke lithologische eenheid zijn de vondsten afkomstig?*

Alle aangetroffen vindplaatsen bevinden zich in de bovenste 50 cm van het pleistocene dekzand.

- *Wat is de fysieke kwaliteit (gaafheid en conservering) van de vindplaatsen?*

Het bodemprofiel op de vindplaatsen is veelal intact en er zijn vrijwel overal podzolbodems en/of vaaggronden aanwezig. Op een enkele vindplaatsen zijn ook delen met een niet geheel intact bodemprofiel aangetroffen, dit betreft met name de grote vindplaatsen op kavel I. In de bufferzones rondom de vindplaatsen komen zowel intacte podzolbodems als intacte vaaggronden voor. Informatie omtrent de conservering is gebaseerd op aannames. De aanwezigheid van primaire indicatoren als vuursteen wijst erop dat anorganische resten op de vindplaatsen bewaard zullen zijn gebleven. Daarnaast geeft de aanwezigheid van verkoolde hazelnootdoppen aan dat verkoold organisch

materiaal eveneens bewaard zal zijn gebleven. De vindplaatsen bevinden zich onder de grondwaterspiegel.

- *Wat valt er te zeggen over de aard van de vindplaatsen?*

De vuursteenvondsten zijn meestal splinters (artefacten < 1 cm), maar in een aantal residuen is dit materiaal groter dan 1 cm. Zo zijn niet alleen afslagen, microklingen of fragmenten aangetroffen, ook is een kerntafelstuk ter vernieuwing van het productievlak aangetroffen. Al deze stukken wijzen erop dat er vuursteen ter plekke bewerkt is. Eén van de meest opmerkelijke vondsten is een microliet of microspits (een driehoekig steil geretoucheerd microklingetje). Dit werktuig is kenmerkend voor het Mesolithicum. Microspitsen worden meestal gebruikt als pijlpunt, hoewel ze ook voor andere activiteiten kunnen worden aangewend.¹²⁹ Daarnaast is er een proximale kerfrest aangetroffen. Dit stuk is het bewijs dat microspitsen ter plekke vervaardigd zijn aangezien dit het afvalproduct daarvan is. Een deel van het materiaal vertoont sporen van verbranding, wat aangeeft dat het in (direct) contact gestaan heeft met vuur, bijvoorbeeld een oppervlaktehaard. Alles wijst erop dat het aanwezige vuursteen duidt op steentijdvindplaatsen of kampementen dan wel gebruik- of activiteitzones.

Ter aanvulling op de hierboven weergegeven onderzoeksvragen, zijn gedurende het onderzoek nieuwe en aanvullende vragen en doelstellingen ontstaan, welke tijdens een specialistenoverleg zijn vastgesteld.¹³⁰ Het betreft de volgende aanvullende zaken:

- *Wat is de ruimtelijke verspreiding van indicatoren in het landschap in relatie tot gradiënten in het landschap?*
 - Welke indicatoren komen voor en in welke samenstelling per vindplaats?
 - In welke microlandschappelijke context komen deze clusters van indicatoren voor?
 - Wat was de afstand van de vindplaatsen tot (zoet) water? (min-max, gemiddelde, clustering)
 - Wat was de tijdsdiepte die in verschillende vindplaatsen is vastgesteld?

Uit het onderzoek is gebleken dat voor een lange periode van duizenden jaren het dekzandlandschap in Oosterveld bewoond is geweest (van het Vroeg-Mesolithicum tot het Midden-Neolithicum). Kavel I kent de langste periode van bewoning, hier is het dekzandlandschap ook het laatst verdrongen. Op kavel D is de bewoning relatief kortdurend geweest. De dieptespreiding is eveneens vrij groot, met op

¹²⁹ Müller et. al. in prep.

¹³⁰ Vastgelegd in notulen van het specialistenoverleg van 7 februari 2019.

kavel E de diepst liggende gedateerde vindplaats op ruim 9 meter -NAP en op kavel I de hoogst liggende vindplaats (op zo'n 5 meter -NAP).

Het grootste deel van de aangetroffen vindplaatsen is vastgesteld op basis van het voorkomen van antropogeen vuursteen en/of verkoolde hazelnootdoppen. Sporadisch is daarbij ook antropogeen natuursteen en verbrand bot aangetroffen. Op kavel I is in twee boringen een fragmentje neolithisch aardewerk aangetroffen. Vrijwel alle primaire indicatoren - en daarmee de vindplaatsen - zijn aangetroffen in de bovenste 50 cm van de relatief hogere delen van het pleistocene dekzandlandschap. Vuursteen is vooral aangetroffen op de middelhoge en hoge flanken en de ruggen in het landschap. Verkoolde hazelnootdoppen komen naast de hogere flanken en ruggen, ook meer in de overgangen naar geulen/depressies voor, de (micro)landschappelijke spreiding lijkt daarmee iets groter dan die van vuursteen. De andere aangetroffen primaire indicatoren komen met name op de middelhoge en hoge flanken voor, de aangetroffen hoeveelheden zijn echter dermate klein dat hier geen harde conclusies aan verbonden kunnen worden.

Hoewel uit het onderzoek en op basis van het hoogtemodel van de top van het Pleistoceen de ligging van de Eem goed gereconstrueerd kan worden, is het niet zeker of zich naast de Eem nog andere riviertjes en/of beken in het gebied hebben bevonden ten tijde van de mesolithische activiteiten. Van de Eem kan vermoedelijk wel vastgesteld worden dat deze voor de mesolithische mens een belangrijke waterbron moet zijn geweest. Met name de vindplaatsen op kavel I lagen vrijwel naast de Eem. Voor overige vindplaatsen geldt dat afstanden tot de Eem varieerden van enkele honderden meters tot mogelijk enkele kilometers. Al moet hierbij nadrukkelijk worden aangegeven dat met de huidige kennis omtrent de aanwezigheid van vroeg-holocene beekdalen in zuidelijk Flevoland het lang niet altijd mogelijk is om aan te geven wat de afstand van vindplaatsen tot zoetwater was. Op basis van onderhavig onderzoek kan in ieder geval worden gesteld dat het huidige beeld impliceert dat bijna alle grotere concentraties primaire indicatoren en de grotere vindplaatsen op of aan de randen van de hogere terreinvormen liggen.

- *Hoe is de houtskoolverspreiding in aantal- en gewichtsklassen in het dekzandlandschap en is er een verband met de aanwezige vindplaatsen (reliëf, primaire indicatoren)?*

In vrijwel alle zeefresiduen van alle kavels is houtskool aangetroffen, in wisselende hoeveelheden. Houtskoolconcentraties kennen een nog sterkere landschappelijke spreiding dan de primaire indicatoren, ook op de middellage flanken is regelmatig houtskool aanwezig. De verspreiding per kavel verschilt echter wel. Op kavel A komt veel houtskool zowel binnen als buiten de vindplaatsen voor, buiten de vindplaats met name op de hogere delen van het dekzand. Op met name kavels B, E, F, G, H en K komen de concentraties goed overeen met primaire indicatoren. Kavels D en J bevatten vergeleken met de andere kavels relatief weinig houtskool en op kavel I is vrijwel overal houtskool aanwezig in de top van het dekzand. Verspreid over heel Oosterwold zijn in ruim 30 boringen extreem

hoge concentraties houtskool aangetroffen (meer dan 1000 stuks). In deze gevallen zou het kunnen gaan om boringen die in zeer houtskoolrijke grondsporen zijn gezet. Deze extreem hoge concentraties komen zowel binnen als buiten vindplaatsen voor. Op kavel F zijn op de hoge dekzandrug de meeste van deze extreem hoge concentraties aangetroffen.

- *Wat is de paleogeografische ontwikkeling vanaf het einde van de laatste ijstijd in Oosterwold? Wat was de bewoonbaarheid en exploiteerbaarheid van het landschap vanaf het einde van de laatste ijstijd en gedurende het Holoceen.*

Aan het begin van het Holoceen tot ca. 7500 cal. BP bestaat het grondgebied van Oosterwold uit een met bossen begroeid geaccidentieerd Pleistoceen landschap met in het zuiden van Oosterwold het relatief diepliggende (t.o.v. de omringende omgeving) beekdal van de Eem. De Eem was vermoedelijk een rustig stromend, weinig actief riviertje. Met name in het zuidelijke deel van Oosterwold was de afstand tot zoet water gering en bood het landschap uitstekende bewoningsmogelijkheden. De effecten van een stijgende zeespiegel worden vermoedelijk pas vanaf ongeveer 7500 cal. BC merkbaar in de lage delen van het grondgebied van Oosterwold, hier ontstaan door een stijgende grondwaterspiegel de eerste veenmoerassen. Door het ontstaan van deze veenmoerassen neemt het bewoonbare oppervlak af, maar tegelijkertijd zullen de mogelijkheden van gebruik van het landschap toenemen. Rond 7000 cal. BP is de invloed van de stijgende zeespiegel al goed merkbaar in grote delen van Oosterwold. Alleen de hogere zandruggen zijn nog droog, dit betreft met name de hoge ruggen op kavel I. Dit resulteert niet alleen in de grootschalige veenvorming op het pleistocene oppervlak, maar ook in een toename in fijnkorrelige (klei) sedimentatie in de lagere delen van het landschap, met name in het dal van de Eem. De sedimentatie vindt plaats in een zoet milieu, met periodiek een instroom van brak tot zout water. Er zal vermoedelijk een verbinding met open zee aanwezig geweest zijn. In de periode tot 6000 cal. BP neemt de verdrinking verder toe en zal alleen in het uiterste zuiden van Oosterwold nog een klein stukje van het pleistocene landschap boven water gelegen hebben. Eromheen bevonden zich uitgestrekte rietmoerassen, afgewisseld met gebieden met ondiep open water. In het uiterste noorden was een marine geul actief. De zeer natte landschappen waren niet geschikt voor (semi) permanente bewoning, maar waren vermoedelijk wel uitstekende vis- en/of jachtgebieden. Na 6000 cal. BP zal het gebied vanwege verslechterende afwatering richting kust steeds meer veranderen in een gebied met veel open (stilstaand) water, maar ook met zones waar stromend water wel degelijk aanwezig geweest zal zijn (ontstaan van het Flevomeer). Omtrent de periode en oorzaak van deze toename in dynamiek is nog veel onduidelijk, het kan gaan om een hernieuwde opening van de kust, maar het zou wellicht ook om 1 event kunnen gaan. Qua bewoningsmogelijkheden is er vrijwel niks veranderd, het gebied was ongeschikt voor (semi) permanente bewoning.

Geo-archeologisch assessment

Om inzicht te krijgen in de verschillende holocene afzettingen (Laagpakket van Wormer en Flevomeer Laag) en de exploitatiemogelijkheden van holocene landschappen in Zuidelijk Flevoland is als onderdeel van onderhavig inventariserend veldonderzoek een geo-archeologisch assessment uitgevoerd. Een geo-archeologisch assessment is een methode die binnen prospectief onderzoek sterk gericht is op het toekennen van een archeologische waardebeoordeling van landschappen.

Aan de hand van dit uitgevoerde onderzoek is duidelijk geworden dat het bestaande beeld dat de afzettingen die behoren tot het Laagpakket van Wormer, gevormd zijn in een marien getijdengebied (zie de term “Oude Getijde Afzettingen”) niet klopt. Uit de multi-proxyanalyse van de diverse boorkernen, verspreid over het gehele grondgebied van Oosterveld is duidelijk geworden dat de onderzochte holocene afzettingen (Laagpakket van Wormer en Flevomeer Laag) in grote mate zijn gevormd in een milieu dat dominant onder invloed van zoet / zoet-brak water stond en periodiek ook onder invloed van zout (marien / brak-marien) water stond. Zoet water was afkomstig uit het stroomgebied van de Eem en zout water kon het gebied binnenkomen via een verbinding met open zee. Het sediment dat in dit milieu is afgezet (slappe, zwak siltige klei) is in suspensie met stromend water meegevoerd en uiteindelijk in (vrijwel) stilstaand water afgezet. Mogelijk hebben er periodiek delen van het landschap drooggestaan, maar aanwijzingen hiervoor zijn beperkt. Tevens komen aanwijzingen hiervoor gelijktijdig voor met de aanwezigheid van kustallochtone diatomeeën. Aanwijzingen voor getijdewerking zijn vrijwel niet aangetroffen en de vegetatie geeft vooral aan dat er sprake was van een rustig en nauwelijks dynamisch milieu.

Alleen in het noordelijke deel van Oosterveld (op kavel A) zijn monsters uit de geul- en oeverafzettingen vrijwel volledig marien en in een veel dynamischer milieu afgezet. De geul stond zeer waarschijnlijk in directe verbinding met de open zee. Delen van het landschap kunnen periodiek voor maximaal enkele maanden hebben drooggelegen. De omringende komgebieden laten alweer een duidelijk minder sterk marien beeld zijn, het ondiep watermilieu zal hier vooral brak tot zoet-brak zijn geweest met periodieke mariene influxen. Het beeld van de foraminiferen van zowel de geul als de oeverwal op A geeft dus duidelijk een sterk marien gedomineerd signaal. Daaruit kan gesteld worden dat genese van de geul en oeverwal vanuit het mariene voorland heeft plaatsgevonden en niet vanuit het zoetere rivierenachterland. Bij de genese van de oeverwal moet dan eerder gedacht worden aan een systeem dat vanuit de mariene geul onder invloed van getijden is afgezet, waarbij het sediment mogelijk 2x per dag enkele uren droog ligt (vgl. Afb. 33).

Op basis van dit onderzoek kan dus worden geconcludeerd dat de aangetroffen oeverafzettingen niet geschikt geweest zijn voor bewoning en dat de op kavel A aangetroffen oeverwallen een andere genese hebben dan de oeverwallen die zich in het Swifterbant gebied bevinden.¹³¹

¹³¹ Vgl. Van den Biggelaar 2017.

Zowel op basis van sedimentbeschrijvingen en pollenanalyses kan het landschap van het Laagpakket van Wormer worden gekarakteriseerd als een gebied waarin rietmoerassen en ondiep, zeer zwak stromend open zoet / zoet-brak water naast elkaar voorkomen. Daarnaast zijn in het gebied broekbossen aanwezig geweest en op de nabijgelegen hoge en droge zandruggen heeft een loofbosvegetatie gestaan. De landschappen zullen vanwege de voortdurend natte condities voor bewoning ongeschikt zijn geweest. Daarentegen zal het gebied juist voor jacht, visvangst etc. wel geschikt zijn geweest. Qua archeologische verwachting moet voor deze gebieden uitgegaan worden van toevalsvondsten van gebruiksattributen als viswieren en kano's. Deze zijn echter met regulier prospectief onderzoek vrijwel niet op te sporen.

Doordat het beekdal van de Eem langzaam opgevuld raakte met de afzettingen behorende tot open-water gebieden en rietveenmoerassen, zal er vrijwel geen fluviale sedimentatie meer hebben plaatsgevonden tijdens grote delen van het Holoceen. Het is dan ook niet te verwachten dat in dit deel van Oosterveld oeverwallen naast de Eem te verwachten zijn.

Het landschap dat in Oosterveld na vorming van het Laagpakket van Wormer ontstaat betreft het landschap behorende bij de Flevomeer laag. Dit landschap wordt gekarakteriseerd door een zeer beperkte mariene invloed, zeer beperkte tot afwezige getijdewerking, weinig dynamiek en grotere wateroppervlakten dan het milieu van het Laagpakket van Wormer. Binnen dit landschap/milieu is er vermoedelijk wel periodiek of eenmalig een toename geweest in dynamiek. Dit uit zich in de silica-klastische variant van de Flevomeer Laag, welke op diverse plaatsen in Oosterveld is waargenomen, veelal in de vorm van geulvormige laagten die deels ook zijn opgevuld met de organoklastische variant. Deze geulen zijn op kavels C, D, E en J aanwezig en hebben hier plaatselijk voor erosie van het Hollandveen en het Laagpakket van Wormer gezorgd en plaatselijk is zelfs de top van het dekzand geërodeerd. Het is echter onduidelijk wanneer dit heeft plaatsgevonden, in wat voor periode en wat voor mechanisme hier achter heeft gezeten. Wellicht is er sprake geweest van een tijdelijke opening van de kust, mogelijk tussen ongeveer 2000 en 1800 v.Chr. (vgl. West-Friesland) waardoor er plotseling een tijdelijke sterke afwatering van het gebied ontstond.¹³²

Ook voor dit type landschap geldt dat dit voor bewoning ongeschikt is geweest, maar ook hier is er sprake van uitstekende mogelijkheden voor onder andere visvangst door middel van fuiken en/of viswieren. In Almere zijn in het nabij Oosterveld gelegen gebied Stichtse Kant, recentelijk op meerdere plaatsen viswieren aangetroffen in landschappen die vergelijkbaar lijken te zijn met een deel van de Flevomeer landschappen in Oosterveld. Op basis hiervan kan zeker niet uitgesloten worden dat zich in het grondgebied van Oosterveld viswieren of visfuiken zich nog in de ondergrond bevinden.

¹³² Het betreft hier een systeem dat lokaal/regionaal ook wel als Hauwert Complex wordt aangeduid. In paragraaf 3.2 van dit rapport is beargumenteerd waarom in onderhavig onderzoek dit systeem tot de Flevomeer Laag wordt gerekend.

8.2 Potenties en beperkingen van de ingezette onderzoeksmethodieken

Het grootschalige prospectieve onderzoek dat in Almere Oosterwold is uitgevoerd, heeft niet alleen geresulteerd in het aantreffen van 92 vindplaatsen, verspreid over alle kavels van noord naar zuid, maar heeft tevens duidelijk gemaakt dat de keuze van projectbureau Oosterwold om het archeologisch onderzoek grootschalig te laten uitvoeren i.p.v. door iedere kaveleigenaar, een keuze is geweest die onze kennis over de landschappelijke ontwikkeling en daarmee de archeologische verwachting van holocene afzettingen in Oosterwold sterk heeft vergroot.

Het uitgevoerde onderzoek in Oosterwold heeft de manier waarop grootschalige archeologische prospectie wordt uitgevoerd in een nieuw daglicht gesteld en duidelijk gemaakt dat inzicht in het landschap fundamenteel is om uitspraken te doen over bewoonbaarheid en gebruik van landschappen. Met dit onderzoek is een eerste grote stap gezet in het karakteriseren van lokale landschappen en het hieraan koppelen van een archeologische verwachting voor Oosterwold, en in de toekomst mogelijk ook voor andere delen van Flevoland. Door een gerichte monsternamen kan door middel van een relatieve beperkte werkinspanning in het veld al veel informatie over milieus, landschapscondities en archeologische potenties van landschappen worden verkregen. Op het moment dat deze archeologische potentie duidelijk, kan gericht en gefundeerd worden besloten hoe een eventueel vervolgetraject er dient uit te zien.

De ingezette methodiek van multi-proxyanalyses en een geo-archeologisch assessment dient echter wel gericht, en met specifieke doel- en vraagstellingen te worden ingezet, waarbij er per gebied een afweging wordt gemaakt over in te zetten methoden en technieken. Conclusies met betrekking tot landschap en archeologische verwachting die in onderhavig onderzoek zijn getrokken over het Laagpakket van Wormer en oeverwallen kunnen niet zomaar gebruikt worden voor heel Zuidelijk-Flevoland. Daarbij kan voor toekomstig onderzoek in nieuw te ontwikkelen gebieden van Oosterwold bijvoorbeeld gedacht worden aan de inzet van micromorfologie, teneinde meer inzicht te krijgen in bodemvormende processen in oeverafzettingen (welke zich vermoedelijk veel grootschaliger in de ondergrond ten noorden van het huidige onderzochte gebied bevinden).

Met name op het gebied van dateringen en daarmee het bepalen van de snelheid van landschapsvormende processen in het Holoceen van Oosterwold en Zuidelijk Flevoland kan er veel winst behaald worden. Inzicht in snelheden van landschapsvormende processen kan namelijk ook van belang zijn bij het bepalen van een archeologische potentie van een landschap of milieu. Binnen onderhavig onderzoek is gebleken dat het verkrijgen van een betrouwbare reeks dateringen die een opvulling van een geul in de tijd plaatsen zeer lastig is. Daarnaast is gebleken dat vanwege het ontbreken van een uniforme “time-marker” of een uniform archeologisch niveau in holocene afzettingen, het slechts beperkt mogelijk is om zelfs op kavelniveau een synchrone

landschapsontwikkeling door de tijd te maken. In dat opzicht vormen de in Hoofdstuk 7 gepresenteerde paleogeografische kaarten slechts een beperkte aanvulling op de reeds bestaande kaarten van Menke *et al.* en van de paleogeografische kaarten van Vos & De Vries. De binnen dit project behaalde kenniswinst zit dan ook vooral in de nieuwe inzichten in milieus en landschappen.

Op het gebied van archeologische indicatoren is een stap gezet met de inzet van botanisch specialisten bij de analyse van zeefresiduen. Door deze inzet is de aanwezigheid van verkoolde dennenappelschubben binnen een aanzienlijk deel van de vindplaatsen geconstateerd en zijn tevens andere verkoolde botanische resten aangetroffen. Hoewel er nog volop discussie lopen over de zeggingskracht van deze indicatoren, verdient het zeker aanbeveling om in de toekomst ook botanisch specialisten te betrekken bij het bestuderen van zeefresiduen. Daarnaast verdient het aanbeveling om eerder uitgevoerd waarderend onderzoek in Flevoland te evalueren, onder meer op het gebied van aangetroffen indicatoren. Een dergelijke evaluatie zou moeten resulteren in een matrix van alle mogelijke indicatoren en in welke samenstelling zij indicatief zijn voor een vindplaats.¹³³ Daarnaast verdient het aanbeveling om het huidige waarderende onderzoek uit te breiden met het bepalen van de conserveringscondities door middel van het uitvoeren van een beperkte zogenaamd nulmeting.¹³⁴

Voor toekomstig onderzoek naar afgedekte holocene landschappen verdient het aanbeveling om door te gaan met de methodiek van multi-proxyanalyses en geo-archeologische assessments.¹³⁵ Op deze manier zal onze kennis van de complexe holocene landschapsontwikkeling toenemen en kunnen gerichter uitspraken worden gedaan over de archeologische verwachtingswaarden. Een nadrukkelijke focus in Zuidelijk-Flevoland kan daarbij liggen op:

- de Flevomeer Laag (meer specifiek naar aard, datering en genese van de “Hauwert” sedimenten);
- de relatie tussen de mariene geul van kavel A en het oerstroomdal van de Eem;
- de verspreiding, genese, datering en archeologische potentie van diverse oeverafzettingen in verschillende delen van Zuidelijk-Flevoland;
- een gedetailleerde reconstructie van zoet-zout fluctuaties in het sedimentatiegebied van het Laagpakket van Wormer, teneinde meer inzicht te krijgen in de verbinding van het gebied met open zee en een mogelijke frequentie van stormvloed en/of andere zee-inbraken;

¹³³ cf. de aanbeveling in Hamburg *et al.* 2014 (p. 301).

¹³⁴ cf. de aanbeveling in Hamburg *et al.* 2014 (p. 296).

¹³⁵ cf. de aanbeveling in Hamburg *et al.* 2014 (p. 283).

8.3 Archeologisch selectieadvies

Het onderzoek heeft naast veel inzichten in de holocene landschappen en de archeologische waarde daarvan, ook veel nieuwe archeologische vindplaatsen opgeleverd, welke zich in de top van het dekzand bevinden. Het archeologisch vooronderzoek in Oosterwold heeft zich in deze fase beperkt tot het opsporen en begrenzen van terreinen met archeologische waarden, de zogenaamde vindplaatsen en volgt daarmee de vigerende provinciale beleidsregels en de Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie (KNA). Almere hanteert geen afwijkende waarderingscriteria en bescherming van archeologische vindplaatsen is geborgd in het bestemmingsplan.

De combinatie van archeologische indicatoren en de gaafheid van het bodemprofiel zijn maatgevend voor de behoudenswaardigheid van deze vindplaatsen. Deze methodiek is in lijn met de waarderingscriteria van de KNA en de provinciale beleidsregel voor het waarderen van vindplaatsen. Het vaststellen van ook de informatiewaarde van deze vindplaatsen vormde evenwel geen onderdeel van dit onderzoek en is met de toegepaste methodiek ook niet mogelijk.

EARTH adviseert om de terreinen met vastgestelde archeologische waarden in te passen in de toekomstige planvorming voor de kavels, in een 'groene' niet te bebouwen context. Op basis van onderhavig onderzoek kan door toekomstige initiatiefnemers al in een vroeg stadium een archeologische risico-inventarisatie gemaakt worden. Hiermee is het behoud van archeologische waarden gewaarborgd en kunnen hoge opgravingskosten worden vermeden. Terreinen met archeologische waarden kunnen worden betrokken in ruimtelijke planvorming, zodat ze herkenbaar en beleefbaar kunnen worden ingericht conform de Structuurvisie Oosterwold en het gemeentelijke erfgoedbeleid. De instandhouding van archeologische waarden is vastgelegd in het bestemmingsplan Oosterwold (art. 13.14.1).

EARTH plaatst hierbij de kanttekening dat als een volledige inpassing niet slaagt, of wanneer meer flexibiliteit gewenst is met betrekking tot de realisatie van behoud, de waardestelling zoals deze in paragraaf 4.12 en Bijlage 6 van onderhavig rapport is opgenomen, per definitie ontoereikend is. In dat geval zal een reguliere KNA-conforme onderzoekstrategie moeten leiden tot een volledige KNA-conforme waardestelling, conform bijlage 4 van de KNA 4.1 "Waarderen van vindplaatsen".¹³⁶ Op basis hiervan dient onderhavig selectieadvies te worden aangepast. Indien het behoud in situ van de archeologische waarden niet mogelijk blijkt, kan de gemeente de voorwaardelijke verplichting opleggen dat de archeologische waarden worden veiliggesteld door middel van een archeologische opgraving (art. 13.14.2 van het bestemmingsplan).

¹³⁶ <https://www.sikb.nl/doc/archeo/KNA40juni2016/KNA%20Lb%20bijlage%20IV%20Waarderen%20van%20vindplaatsen%20versie%204.0.pdf>

Het bovenstaande vormt een archeologisch selectieadvies en heeft betrekking op de archeologische waarden welke in het dekzand zijn aangetroffen. In overige lagen zijn binnen onderhavig onderzoek geen archeologische waarden aangetroffen en hiervoor gelden dan ook geen archeologische beperkingen. Indien tijdens de uitvoering van grondwerk buiten de zones met archeologische waarden toch archeologische (toevals)vondsten worden gedaan, geldt nog wel de wettelijke plicht om deze te melden bij de bevoegde overheid, zoals staat aangegeven in de Erfgoedwet (Art. 5.10).

Besluitvorming zal namens de gemeente worden gedaan door Vergunningen, Toezicht en Handhaving (VTH).

In aanvulling op bovenstaand selectieadvies doet EARTH tenslotte de aanbeveling om bij het geval van inpassing van de archeologische waarden in planvorming voor de kavels, veranderingen in het grondwaterpeil en het in de bodem binnendringen van zuurstof te vermijden, evenals de aanplant van diep wortelende vegetatie. Deze zaken kunnen mogelijk resulteren in degradatie van de archeologische waarden, hetgeen in strijd is met behoud in situ.

Literatuur

Alve, E. and Murray J.W., 1999. Marginal marine environments of the Skagerrak and Kattegat: a baseline study of living (stained) benthic foraminiferal ecology *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, pp. 171–193.

Beug, H.J., 2004. Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München.

Boer, G.H. de, 2016. Plangebied Kathedralenpad (kavel Kz45) te Almere-Oosterwold, gemeente Almere; archeologisch vooronderzoek: een inventariserend veldonderzoek (verkennende fase). RAAP-rapport 3154, Weesp.

Bosch, J.H.A., 2005. Archeologische Standaard Boorbeschrijvingsmethode, Versie 5.2. Utrecht (TNO-rapport, NITG 05-043-A).

Blott, S.J. & K. Pye, 2001. Gradistat: a grain size distribution statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms*, 26/1, 1237-1248.

De Reu, J., J. Bourgeois, M. Bats, A. Zwertvaegher, V. Gelorini, P. De Smedt, W. Chu, M. Antrop, P. De Maeyer, P. Finke, M. Van Meirvenne, J. Verniers & P. Crombé, 2013. Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes. *Geomorphology* 186, 39-49.

Dirr, M.A. 1976. Selection of trees for tolerance to salt injury. *J. Arbor.* 2(11):209-216.

Dijkstra, J. & F.S. Zuidhoff (red.), 2011. Kansen op de kwelder: archeologisch onderzoek op en rond negen vindplaatsen in het nieuwe tracé van de Rijksweg 57 en de nieuwe rondweg ter hoogte van Serooskerke. ADC Rapport 1384, Amersfoort.

Dinter, M. van, 2017. Living along the Limes : Landscape and settlement in the Lower Rhine Delta during Roman and Early Medieval times. Dissertatie, Universiteit Utrecht.

Ente, P.J., Koning, J. & Koopstra, R., 1986. De bodem van Oostelijk Flevoland. Lelystad: Rijksdienst voor de IJsselmeerpolders.

Fægri, K. & Iversen, J., 1989. Textbook of Pollen Analysis. Wiley, Chichester.

Gallant, J.C. & J.P. Wilson, 2000. Primary topographic attributes, in: JP Wilson & JC Gallant (eds.), *Terrain Analysis: Principles and Applications*. Wiley, New York, pp. 51-85.

Geer, P. van de, 2013. Steentijd op de Stichtsekan. Definitieve opgraving van drie vindplaatsen op bedrijventerrein Stichtsekan, gemeente Almere. Archol Rapport 212, Leiden.

Haaster, H. van, P. Cleveringa & H. de Wolf, 2012. Pollen en diatomeeënonderzoek aan de vulling van de Duivelsput te Oostduinkerke (Prov. West-Vlaanderen). Biaxiaal 622.

Hamburg, T., De Moor, J.J.W., Tol, A.J. en Lammers-Keijsers, Y.M.J. (red.), 2014. Afgedekt verleden. Opsporing, waardering en selectie van prehistorische archeologische vindplaatsen in Flevoland. Programma Kennisontwikkeling Archeologie Hanzelijn (Thema 1B). Archol rapport 244 en EARTH Integrated Archaeology rapporten 49. Leiden/Amersfoort.

Heijden, F.J.G. van der & J.H.M. van Eijk, 1999. Een aanvullende archeologische inventarisatie van een deel van het Eemstroomgebied, zuidelijk Flevoland. ROB Rapportage Archeologische Monumentenzorg 4, Amersfoort.

Hogestijn, W.J.H. & Smith, W., 2014. Archeologisch vooronderzoek in Almere en de Indicatieve Kaart van Archeologische Waarden 2.1 (3e generatie). Westerheem nr. 63, 130-140.

Hoppenrath, M., B. Beszteri, G. Drebes, H. Halliger, J.E.E. Van Beusekom, S. Janisch & K.H. Wiltshire, 2007. *Thalassiosira* species (Bacillariophyceae, Thalassiosirales) in the North Sea at Helgoland (German Bight) and Sylt (North Frisian Wadden Sea) – a first approach to assessing diversity, *European Journal of Phycology*, 42:3, 271-288, DOI: 10.1080/09670260701352288

Jongste, P.F.B. & G.J. van Wijngaarden (red.), 2002. Archeologie in de Betuweroute: Het erfgoed van Eigenblok. Nederzettingsterreinen uit de Bronstijd te Rump (gemeente Geldermalsen). Rapportage Archeologische Monumentenzorg 86, ROB, Amersfoort.

Jongste, P.F.B. & S.J. Kluiving, 2017. Programma van Eisen Almere Oosterwold Fase 1.

Kleijne, J.P., O. Brinkkemper, R. C.G.M. Lauwerier, B.I. Smit, E.M. Theunissen. (eds.), 2013. A Matter of Life and Death at Mienakker (the Netherlands). Late Neolithic Behavioural Variability in a Dynamic Landscape. Nederlandse Archeologische Rapporten 45.

Konert, M., & J. Vandenberghe, 1997. Comparison of laser grain size analysis with pipette and sieve analysis: A solution for the underestimation of the clay fraction. *Sedimentology* 44, 523-535.

Koopstra, R., Lenselink, C. & Menke U., 1993. Geologische en bodemkundige atlas van het IJsselmeer. Rijkswaterstaat directie Flevoland. Lelystad.

Kramer, J. de, J.J.W. de Moor & I. Devriendt, 2016. Gemeente Almere - plangebied 5H Oosterwold ReGenVillages. Een inventariserend veldonderzoek door middel van boringen (IVO-O), verkennende en karterende fase. EARTH Integrated Archaeology Rapporten 74, Amersfoort.

Lenselink, G. & Koopstra, R., 1994. 'Ontwikkeling van het Zuiderzee gebied; van Meer Flevo, naar Almere lagune naar Zuiderzee'. In: Rappol, M. & Soonius, C.M. eds. In de bodem van Noord-Holland, geologie en archeologie. *Lingua Terra*, pp. 129-140. Amsterdam.

Louwe Kooijmans, L.P., 1974. The Rhine/Meuse Delta: four studies on its prehistoric occupation and Holocene geology. Dissertatie, Universiteit Leiden.

Louwe Kooijmans, L.P., 2001a (red.). Hardinxveld-Polderweg. Een mesolithisch jachtkamp in het rivierengebied (5500-5000 v.Chr.). Rapportage Archeologische Monumentenzorg 83.

Louwe Kooijmans, L.P., 2001b (red.). Hardinxveld-De Bruin: een kampplaats uit het Laat-Mesolithicum en het begin van de Swifterbant-cultuur (5500-4450 v.Chr.). Rapportage Archeologische Monumentenzorg 88.

Lowe, J.J. & M.J.C. Walker, 2014. Reconstructing Quaternary Environments. London, 568 pp.

Makaske, B., Van Smeerdijk, D.G., Peeters, J.H.M., Mulder, J.R. & Spek, T., 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 82 (2), 115-131.

Menke, U., E. van de Laar & G. Lenselink (red), 1998. De Geologie en Bodem van Zuidelijk Flevoland. Flevovericht nr. 415. Uitgave van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directie IJsselmeergebied.

Moor, J. de, 2015. Het Hauwert Complex in Zuidelijk Flevoland. Een bureau- en veldonderzoek naar de aard, verspreiding en genese van afzettingen behorende tot het Hauwert Complex. EARTH Integrated Archaeology Rapporten 58. Amersfoort.

Moor, J.J.W de, Bos, J.A.A., Bouman, M.T.I.J., Moolhuizen, C., Exaltus, R. & Maartense, F.P.A., 2009. Definitief Archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn in het Nieuwe Land, een interdisciplinaire geo-archeologische waardering van het begraven landschap van Oostelijk Flevoland. Deltares. Delft.

Moor, J.J.W. de, Fritsch, D., Weijdem, F.P., Van Zijverden, W.K., Kirilova, E., Toelstra, S. & Wallinga, J., 2011. Een interdisciplinair geo-archeologisch assessment van potentiële archeologische niveaus en begraven archeologische landschappen nabij Sluiskil, gemeente Terneuzen. Aanvullende mechanische booronderzoek en specialistische analyses kanaalkruising-zone 3. EARTH Integrated Archaeology rapport 32. Amersfoort.

Moor, J. de, D. van den Biggelaar, J. de Kramer, E. Kars & T. Vanderhoeven. 2017. Plan van Aanpak Inventariserend Veldonderzoek: verkennend, karterend en waarderend booronderzoek Archeologisch onderzoek Oosterwold fase 1 (Gemeente Almere). EARTH Integrated Archaeology, Amersfoort.

Moor, J. de, J. Kreuning, S. Troelstra, C. van Doorn & G. Verweij, 2019. Fietsbrug Waterlandseweg, gemeente Almere - paleolandschappelijk onderzoek naar het Laagpakket van Wormer. Een inventariserend veldonderzoek (IVO-O waarderend) door middel van boringen en specialistische analyses. EARTH Integrated Archaeology Rapporten 104, Amersfoort.

Mulder, E.F.J. de, M.C. Geluk, I.L. Ritsema, W.E. Westerhoff & T.E. Wong, 2003. De ondergrond van Nederland, Groningen/Houten.

Müller A., L.A. Tebbens & J. Flamman., in prep. Van jagers-verzamelaars naar vroeg boeren langs een migrerende Maas.

Muylaert, K. & K. Sabbe, 1996. The Diatom Genus *Thalassiosira* (Bacillariophyta) in the Estuaries of the Schelde (Belgium/The Netherlands) and the Elbe (Germany). Botanica Marina Vol. 39, 1996, pp. 103-115

Muylaert, K., K. Sabbe & W. Vyverman, 2009. Changes in phytoplankton diversity and community composition along the salinity gradient of the Schelde estuary (Belgium/The Netherlands). *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 82 (2009) 335–340.

Murray, J. W., 2006. *Ecology and applications of benthic Foraminifera*, Cambridge University Press, pp. 426

Nales, T., 2014. Almere, 3KNS – Indische Buurt. Aan de oevers van de Eem. Gemeente Almere (Flevoland). Inventariserend veldonderzoek (IVO: waarderende fase). Transect-rapport 770, Utrecht.

Nales, T., 2017. Almere, 5H – Ibisweg-Kievitsweg. Overs aan de Ibisweg-Kievitsweg Gemeente Almere (Fl.). Fysisch geografisch onderzoek. Transect-rapport 1405, Utrecht.

Nales, T., 2019. Almere, 5H ‘t Eemgoed - Oosterwold Gemeente Almere (Flevoland). Een inventariserend Veldonderzoek (IVO; fase 1 en 2). Transect-rapport 2185, Nieuwegein.

Nales, T. & W. Smith, 2012. *Archeoloog of Machine, een zwaar-gewicht titelgevecht: Beschouwing en vergelijking van de methodiek en nauwkeurigheid van het mechanisch booronderzoek (IVO-verkennend, fase 1). RAAP-Rapport 2562, Weesp.*

Out W.A., 2009. *Sowing the seed? Human impact and plant subsistence in Dutch wetlands during the Late Mesolithic and Early and Middle Neolithic (5500-3400 cal BC). (= Archaeological Studies Leiden University 18). Doctoral thesis, Leiden University.*

Pals, J.P., Geel, B. van & Delfos, A., 1980. Paleoeological studies in the Klokkeweel Bog near Hoogkarspel (Prov. of Noord-Holland). *Review of Palaeobotany and Palynology* 30, pp. 371-418

Peeters, J.H.M., D.C.M. Raemaekers, I.I.J.A.L.M. Devriendt, P.W. Hoebe, M.J.L.Th. Niekus, G.R. Nobles & M. Schepers, 2017. *Paradise lost? Insights into the early prehistory of the Netherlands from development-led archaeology. Nederlandse Archeologische Rapporten 62*

Plassche, O. van de, S.J.P. 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.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hafflidason, H., Hajdas, I., Hatté, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., & J. van der Plicht, 2013. *IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 55(4): 1869-1887. DOI: 10.2458/azu_js_rc.55.16947.*

Sabbe, K. & W. Vyverman, 1995. Taxonomy, morphology and ecology of some widespread representatives of the diatom genus *Opephora*. *Eur. J. Phycol.*, 30: 235-249.

Schokker, J., 2003. *Patterns and processes in a Pleistocene fluvio-aeolian environment. Roer Valley Graben, south-eastern Netherlands. Nederlandse Geografische Studies 314, Utrecht.*

SIKB, 2018. Kwaliteitsnorm Nederlandse Archeologie, versie 4.1. SIKB, Gouda.

Smit, B., O. Brinkkemper, J. Kleijne, R. Lauwerier, E. Theunissen (eds.), 2012. A Kaleidoscope of Gathering at Keimsmerbrug (the Netherlands). Nederlandse Archeologische Rapporten 43.

Smith, W., 2011. Oosterwold Almere 2.0 - Basisrapportage Bureauonderzoek. Archeologische Rapporten Almere 82.

Stortelder, A.H.F., Schaminée, J.H.J. & Weeda, E.J., 1996. De Vegetatie van Nederland 3. Opulus press, Leiden / Uppsala

Theunissen, E.M., O. Brinkkemper, R.C.G.M. Lauwerier, B.I. Smit & I.M.M. van der Jagt (eds.), 2014. A Mosaic of Habitation at Zeewijk (the Netherlands). Late Neolithic Behavioural Variability in a Dynamic Landscape. Nederlandse Archeologische Rapporten 47.

Troelstra, S., C. Laban, M. Prins, K. Beets, M. van Diepen, L. Grooteman, B. Hageman, L. Portanger, S. Rumping & A. Sadhoeram, 2018. Holocene development of the Marker Wadden area, Lake IJssel (the former Zuider Zee), The Netherlands. BALTICA 31-1, 24-34. <https://doi.org/10.5200/baltica.2018.31.03>

Van Amerongen, Y., 2016. Wild West Frisia: the role of domestic and wild resource exploitation in Bronze Age subsistence. PhD Thesis Universiteit Leiden.

Van den Biggelaar, D.F.A.M., S.J. Kluiving, S.J.P. Bohncke, R.T. van Balen, C. Kasse, M.A. Prins & J. Kolen, 2015. Landscape potential for the adoption of crop cultivation: Role of local soil properties and groundwater table rise during 6000-5400 BP in Flevoland (Central Netherlands). Quaternary International 367, 77-95.

Van den Biggelaar, D.F.A.M., 2017. New land, old history: past landscapes and hominin activity covering the last 220,000 years in Flevoland, The Netherlands. Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 17, PhD dissertation Vrije Universiteit, Amsterdam.

Van den Biggelaar D.F.A.M., S.J. Kluiving, J. Kolen & C. Kasse, 2016. Predictive modelling of Younger Dryas archaeological remains in southern Flevoland (central Netherlands). Landscape Archaeology Conference 2014 Proceedings. <http://dx.doi.org/10.5463/lac.2014.61>.

Van Giffen, A.E., 1944. Grafheuvels te Zwaagdijk, gem. Wervershoof, N.-H. West-Friesland Oud & Nieuw 17, pp. 121-231.

Van Heeringen, R.M., W.A.M. Hessing, L.I. Kooistra, S. Lange, B.I. Quadflieg, R. Schrijvers & W. Weerheijm. 2014. Archeologisch landschapsonderzoek in het kader van het project Kwaliteitsverbetering Kotterbos (locatie Natuurboulevard) in de gemeente Lelystad, provincie Flevoland: Menselijke activiteit in natte landschappen in de Steentijd en de (Vroeg-) Romeinse Tijd. Deel A Tekst. Vestigia rapport V1132, Vestigia, Amersfoort.

Tol A.J., Verhagen J.W.H.P. & Verbruggen M., 2006. Leidraad inventariserend veldonderzoek. Deel: karterend booronderzoek. Gouda.

Verhagen J.W.H.P., Rensink E., Bats M. & Crombé Ph., 2011. Optimale strategieën voor het opsporen van Steentijdvindplaatsen met behulp van booronderzoek. Een statistisch perspectief. (= Rapportage Archeologische Monumentenzorg 197). Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed, Amersfoort.

Waldus, W.B. & H.M. Van der Velde, 2006 (red.). Archeologie in Vogelvlucht. Toepassingsmogelijkheden van het AHN in de archeologie. Geoarchaeological and Bioarchaeological Studies 6.

Weeda, E.J., Schaminée, J.H.J. & van Duuren, L., 2000. Atlas van plantengemeenschappen in Nederland (dl. 1). KNNV uitgeverij, Utrecht.

Weiss A.D., 2001. Topographic position and landforms analysis (Poster presentation). Paper presented at the ESRI User Conference, San Diego, CA, 9-13 July.

Wolf, H. de, 2009. Diatomeeën-inventarisatie (Scan) van monsters van Veere N57. - PalaeoDiat, WMC Kwartair Consultants, Verslag D31, pp 1-11, 1 bijlage.

Woltinge I., Opbroek M., Devriendt I., Drenth E. & Tebbens L., in prep. Mesolithisch verblijf aan de Staringlaan te Soest. BAAC-rapport, 's-Hertogenbosch.

Woltinge I., 2000. Almere Lage Vaart: op zoek naar de Oude Eem. Booronderzoek naar Oude Getijde Afzettingen aan de Trekweg en Kievitsweg in Almere, gemeente Almere. Grondsporen 6, Universiteit Groningen, Groningen.

Woude, J.D. van der, 1981. Holocene paleoenvironmental evolution of a perimarine fluvial area. Dissertatie, Vrije Universiteit.

Zijverden, W.K. van, P.F.B. Jongste & F.S. Zuidhoff, 2009. Landscape and occupation, long term developments in the Dutch river area during the Bronze Age. In: Dapper, M. de & F. Vermeulen (red.), 2009: Proceedings of the Congress Ol' Man River, p. 635-645.

Zijverden, W.K. van, 2017. After the deluge. A palaeogeographical reconstruction of Bronze Age West-Frisia (2000-800 BC). PhD Thesis Universiteit Leiden. Sidestone Press Leiden.

Zijverden, W. van & De Moor, J., 2014. Het groot profielenboek, fysische geografie voor archeologen. Leiden: Sidestone Press. Leiden.

Lijst met Afbeeldingen

Afbeelding 1:	Ligging van de onderzochte kavels in Oosterwold (bron: PDOK).
Afbeelding 2:	Korrelgroottediagrammen van sedimenten uit de geul en oeverwal op kavel A.
Afbeelding 3:	Korrelgroottediagrammen van monsters uit de geul op kavel D.
Afbeelding 4:	Korrelgroottediagrammen van monsters uit de geul op kavel G.
Afbeelding 5:	Korrelgroottediagrammen van monsters uit de geul op kavel I.
Afbeelding 6:	Overzicht van aangetroffen geulsystemen in Oosterwold. De geulen zijn geplot op het reliëf van de top van de pleistocene afzettingen, waarbij de hoogste delen in rood/oranje zijn weergegeven en de laagste in groen.
Afbeelding 7:	Schematische doorsnede van het Oosterwold dekzandlandschap met morfologische eenheden welke zijn afgeleid van de TPI-berekeningen. Op de verticale as staat de relatieve hoogte weergegeven, waarbij de morfologische eenheid “vlak” als nul-waarde kan worden gezien.
Afbeelding 8:	Gecorrigeerd (ontheld) hoogtemodel van de top van het Pleistoceen in Oosterwold, de zwarte lijn (ZZW NNO) betreft de regressielijn die gebruikt is voor het onthellen.
Afbeelding 9a:	Gecorrigeerd (ontheld) hoogtemodel van de top van het Pleistoceen in Oosterwold voor kavels A-F met hierop de aangetroffen vindplaatsen (rode vlakken) geplot. In de kaart zijn de relatief hoge terreindelen in oranje weergegeven en de relatief lage terreindelen in blauw.
Afbeelding 9b:	Gecorrigeerd (ontheld) hoogtemodel van de top van het Pleistoceen in Oosterwold voor kavels G-K met hierop de aangetroffen vindplaatsen (rode vlakken) geplot. In de kaart zijn de relatief hoge terreindelen in oranje weergegeven en de relatief lage terreindelen in blauw.
Afbeelding 10:	Tijd-diepte overzicht van de dateringen per kavel (zie tevens Tabel 30 voor dateringen en dieptespreiding van de vindplaatsen per kavel).
Afbeelding 11:	Het principe van een proxyanalyse. ¹³⁷
Afbeelding 12:	Inwendige vervormingen van de schaaltes van <i>Craticula cuspidata</i> wijzen op toenemende saliniteit. Beide foto's zijn van hetzelfde schaalte bij een andere focusering. Maatstreep is 10 µm. Dit voorbeeld is afkomstig van een monster uit het Lp. van Wormer van project Fietsbrug Waterlandseweg, een locatie grenzend aan kavels H en I.
Afbeelding 13:	Analyseresultaten stabiele zuurstof en koolstofisotopen boring 700.
Afbeelding 14:	Synthesediagram holocene landschappen en milieus in het zuiden van Oosterwold (kavel I, boring 1232).
Afbeelding 15:	Dateringen landschapsreconstructie Holocene kavel H.
Afbeelding 16:	Synthesediagram holocene landschappen en milieus boring 918 kavel G.
Afbeelding 17:	Dateringen landschapsreconstructie Holocene kavel G.
Afbeelding 18:	Dateringen landschapsreconstructie Holocene kavel E
Afbeelding 19:	Dateringen landschapsreconstructie Holocene kavels C (boringen 648 en 678) en D (boring 1112).
Afbeelding 20:	Synthesediagram holocene landschappen en milieus in het noordelijk deel van Oosterwold (boring 1079 op kavel A).

¹³⁷ Lowe & Walker 2014.

- Afbeelding 21: Dateringen landschapsreconstructie Holoceen kavel A, boringen 982 en 1076.
- Afbeelding 22: Synthesediagram holocene landschappen en milieus in het noordelijk deel van Oosterwold (boring 1052 op kavel A).
- Afbeelding 23: Paleogeografische kaart 8000-9000 cal. BP.
- Afbeelding 24: Paleogeografische kaart 7500 cal. BP (~10,4 m -NAP).
- Afbeelding 25: Paleogeografische kaart 7000 cal. BP (~8,55 m -NAP).
- Afbeelding 26: Paleogeografische kaart 6500 cal. BP (~6,9 m -NAP).
- Afbeelding 27: Paleogeografische kaart 6000 cal. BP (~ 5,6 m -NAP).
- Afbeelding 28: De Dinkel bij het Lutterzand, de landschappelijke situatie van een beekdal naast een hoge zandrug is vermoedelijk sterk vergelijkbaar met de landschappelijke situatie nabij kavel I in het eerste deel van het Holoceen.
(bron foto: <https://nl.wikipedia.org/wiki/Bestand:RivierDinkel.JPG> / <https://www.flickr.com/photos/pdreijnders/4849565480>).
- Afbeelding 29: Rietmoerassen aan de oostkust van de VS (Cape Cod en South Carolina), dit type landschap is een goed equivalent voor het landschap gedurende vorming van het Laagpakket van Wormer in grote delen van Oosterwold (uitgestrekte rietmoerassen met open water en in de nabijheid beboste hogere zandruggen).
(bron: <https://pixabay.com/nl/zoutmoeras-cape-cod-oceaan-2763723> en <https://besthqwallpapers.com/landscapes/evening/usa-reed-swamp-lake-3342>).
- Afbeelding 30: Afwisseling van rietmoerassen en ondiep, weinig dynamisch open water in de Donaudelta, Roemenië (bron foto: Farmers of the Coast project, Universiteit Leiden).
- Afbeelding 31: Landschap van ondiepe waterplassen en geulen met periodiek droogvallende vlakten in de Donaudelta, Roemenië. De droogvallende vlakten kunnen plaatselijk beperkt en seizoenaal begroeid raken, maar zullen veelal te modderig en te slap zijn om goed te kunnen betreden (bron foto: Farmers of the Coast project, Universiteit Leiden).
- Afbeelding 32: Open watergebieden met visweer/visfuk systemen in de Donaudelta, Roemenië (bron foto: Farmers of the Coast project, Universiteit Leiden).
- Afbeelding 33: Voorbeeld van een marien gedomineerd geul-oeverwalsysteem aan de westkust van de V.S in een estuarien milieu. De op kavel A aangetroffen geul-oeverwal combinatie zal in een enigszins vergelijkbare setting zijn ontstaan, op de foto is goed zichtbaar dat de omgeving van het geul-oeverwalsysteem vooral zeer nat is geweest (bron: <https://www.estuarypartnership.org/resource/columbia-estuary-ecosystem-classification-summary-report-lcep>).
- Afbeelding 34: Boringen met locaties pollen en dateringen Laagpakket van Singraven (kavels A, C, E, G, H en I).

Lijst met Tabellen

Tabel 1:	Overzicht onderzochte kavels Oosterwold (zie tevens Afbeelding 1).
Tabel 2:	Overzicht hoeveelheid boringen fase 1 (verkennend booronderzoek).
Tabel 3:	Per kavel uitgevoerde boringen fasen 2 en 3.
Tabel 4:	Korrelgrootte karakteristieken van de geul en oever op kavel A.
Tabel 5:	Korrelgrootte karakteristieken van de geul op kavel D.
Tabel 6:	Korrelgrootte karakteristieken van de geul op kavel G.
Tabel 7:	Korrelgrootte karakteristieken van de geul op kavel I.
Tabel 8a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel A.
Tabel 9:	¹⁴ C-dateringen vindplaats 5H_92, kavel A.
Tabel 10a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel B.
Tabel 11:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel B.
Tabel 12a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel C.
Tabel 13:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel C.
Tabel 14a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken vindplaatsen kavel D.
Tabel 15:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel D.
Tabel 16 a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken kavel E.
Tabel 17:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel E.
Tabel 18a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken kavel F.
Tabel 19:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel F.
Tabel 20a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken kavel G.
Tabel 21:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel G.
Tabel 22a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken kavel H.
Tabel 23:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel H.
Tabel 24a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken kavel I.
Tabel 25:	¹⁴ C-dateringen vindplaatsen kavel I.
Tabel 26a/b:	Archeologische indicatoren per vondstcategorie en kenmerken kavel J.
Tabel 26c:	¹⁴ C -dateringen vindplaatsen kavel K.
Tabel 27:	Overzicht boringen met extreem veel houtskool (1000 stuks of meer).
Tabel 28:	Overzicht botanische resten uit zeefresiduen.
Tabel 29:	Overzicht ruimtelijke analyse primaire indicatoren en houtskool per kavel: per kavel is aangegeven in welke met de TPI onderscheiden morfologische eenheid (landschappelijke gradiënt) het merendeel van aangegeven categorieën is aangetroffen.
Tabel 30:	Overzicht dateringen en diepteliggingen vindplaatsen per kavel.
Tabel 31:	Conservering op basis van enkele bodemparameters.
Tabel 32:	Overzicht geanalyseerde diatomeeën monsters.
Tabel 33:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie van kavel A (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).

Tabel 34:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel C (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).
Tabel 35:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel D (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).
Tabel 36:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).
Tabel 37:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel G (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).
Tabel 38:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel H (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).
Tabel 39:	Overzicht geanalyseerde monsters micropaleontologie kavel I (van elk monsternummer zijn 3 submonsters onderzocht: mollusken, foraminiferen en ostracoden).
Tabel 40:	Overzicht pollenmonsters boorkern 1232.
Tabel 41:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel I (boringen 434 en 1232).
Tabel 42:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel H.
Tabel 43:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel G.
Tabel 44:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel E.
Tabel 45:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel D.
Tabel 46:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel C.
Tabel 47:	Overzicht ¹⁴ C-dateringen boringen kavel A.
Tabel 48:	Overzicht pollenmonsters Laagpakket van Singraven.
Tabel 49:	¹⁴ C-dateringen Laagpakket van Singraven.