



Natte voeten in Hattem



Michael Bakker (432672)

Colofon

Bachelor scriptie Archeologie Saxion 2019-2020
“Natte voeten in Hattem”.

Auteur
Michael Bakker

Begeleider
Wilko van Zijverden

Uitgave
Archeologie
Academie BBT SAXION
Handelskade 75
7417 DH Deventer
Postbus 70.000
7500 KB Enschede

Saxion Deventer, 2020

Omslagafbeelding: Afbeelding uit artikel Hippisch Platform Drenthe waarschuwt voor gevolgen toename muggen van onbekend. Bron: www.stegen.net, 2015.

Administratieve gegevens	
Opdrachtgever:	ADC-ArcheoProjecten
	Nijverheidsweg-Noord 114
	3812 PN Amersfoort
Uitvoerder:	Hogeschool Saxion
	Opleiding archeologie
	Handelskade 75
	7417 DH Deventer
Auteur:	Michael Bakker
	432672@student.saxion.nl
Periode onderzoek:	februari - mei 2020
Datum rapport:	7 juli 2020

Chrono-stratigrafie			Biostratigrafie	Archeologische perioden					
Tijd(vak)			Pollenzone				Gecalibreerd		
Holoceen			Subatlanticum	Nieuwste tijd		C	1850		
				Nieuwe tijd		B	1650		
						A	1500		
						B	1250		
				Middeleeuwen	Laat	A	1050		
						D	900		
					Vroeg	C	725		
						B	525		
						A	450		
						Romeinse tijd	Laat	270	
				Midden	70 na Chr.				
				Vroeg	12 voor Chr.				
				IJzertijd	Laat	250			
					Midden	500			
					Vroeg	800			
					Bronstijd	Laat	1100		
						Midden	1800		
						Vroeg	2000		
				Neolithicum	Laat	2850			
					Midden	4200			
					Vroeg	4900/5300			
					Mesolithicum	Laat	6450		
						Midden	7100		
						Vroeg	8800		
				Pleistoceen	Weichselien	Laat Glaciaal	Late Dryas	Prehistorie	Steentijd
Allerød									
Vroege Dryas									
Bølling									
Pleniglaciaal	Denekamp								
	Hengelo								
	Moershoofd								
Vroeg Glaciaal	Odderade								
	Brørup								
	Amersfoort								
Eemien									
Saalien									
Holsteinien									
Elsterien									
Cromerien									

TABEL 1 GEOLOGISCHE EN ARCHEOLOGISCHE TIJDSCHAAL. BRON: H.B.G. SCHOLTE LUBBERINK/ N.W. WILLEMSE 2009, TABEL 1.

Voorwoord

Voor u ligt de bachelor scriptie “*Natte voeten in Hattem*”. Het onderzoek voor deze scriptie is gedaan voor ADC-ArcheoProjecten en uitgevoerd op de Universiteit van Amsterdam. Deze scriptie is geschreven in het kader voor mijn afstudeeropdracht van de opleiding Archeologie aan Hogeschool Saxion te Deventer. In de periode van februari 2020 tot mei 2020 ben ik bezig geweest met het pollenonderzoek onder begeleiding van dr. Bas van Geel. Het monster is afkomstig van de opgraving Hattemerbroek in Gelderland.

Binnen de opleiding archeologie heb ik een introductie gekregen in de palynologie en daar zou ik mogelijk in verder studeren. Op advies van Wilko van Zijverden heb ik gekozen voor dit onderzoek. Het leek mij een interessant onderzoek om aan de hand van pollen van vegetatie een uitspraak te doen over het milieu en over hoe het landschap eruit zag. Ik heb in maart 2019 contact gelegd met dr. Bas van Geel met de vraag of hij mijn afstudeeronderzoek wilde begeleiden. In dezelfde maand kreeg ik bericht van Wilko dat ADC-Archeo-Projecten een monster voor me had dat ik kon gebruiken voor mijn afstudeeronderzoek.

Het microscopisch onderzoek is uitgevoerd in het laboratorium van de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica van de Universiteit van Amsterdam. Tijdens dit onderzoek heb ik een leuke en erg leerzame periode gehad.

Ten eerste wil ik Bas van Geel bedanken voor zijn begeleiding vanuit de Universiteit van Amsterdam. Bas van Geel is gepensioneerd universitair hoofddocent Paleo-Ecologie. Daarnaast wil ik William Gosling bedanken voor het helpen met het gebruiken van computerprogramma C2. Verder wil ik Crystal McMichael bedanken voor haar hulp in het lab en tot slot Wilko van Zijverden die het project heeft begeleid en tips heeft gegeven. Tevens wil ik mijn medestudenten en studenten aan de UvA bedanken voor hun hulp bij mijn onderzoek en scriptie.

Ik wens u veel leesplezier.

Michael Bakker

Deventer, 7 juli 2020

Samenvatting

De ondergrond van Hattemerbroek is grotendeels in kaart gebracht door de verschillende opgravingen die zijn uitgevoerd tussen 2005 en 2019. Deze opgravingen hebben veel informatie opgeleverd over het gebied en over hoe men daar leefde in het verleden. In het gebied hebben altijd mensen gewoond, vanaf het Mesolithicum tot in de IJzertijd.

De eerste hypothese was dat de mensen het gebied hadden verlaten omdat het moeras zich begon uit te breiden. In het voorjaar van 2019 heeft ADC-ArcheoProjecten een nederzettingsterrein opgegraven dat dateert uit de Bronstijd tot in de IJzertijd. Tijdens de opgraving werd een monster met een ‘pollenbak’ genomen voor onderzoek naar de wijze waarop vernatting heeft plaatsgevonden.

Het monster was bedoeld om de menselijke invloed op de vegetatie te reconstrueren. Bij het uitwerken van het onderzoek naar de vegetatieontwikkeling wordt onderscheid gemaakt tussen lokale vegetatie (de ontwikkeling ter plekke) en de regionale vegetatie.

Om de hoofdvraag te beantwoorden is er literatuuronderzoek verricht naar de genese van Hattemerbroek. Daarnaast werd gekeken naar de ontwikkelingen rondom Hattemerbroek en ging het om de vraag hoe de mens het landschap heeft gebruikt vanaf het Laat-Paleolithicum tot en met de IJzertijd.

In het gebied van Hattemerbroek hebben belangrijke gebeurtenissen veel invloed gehad op het landschap en op de mensen. Nadat het Zeegat van Bergen dicht slibde begon het grondwater te stijgen als gevolg van het kombergings-effect. De aanvoer van de Overijsselse Vecht werd groter en ook ontstond de afvoer via de Utrechtse Vecht. In Hattemerbroek heeft men op een dekzandrug gewoond tot diep in het Vroege-IJzertijd. Uiteindelijk hebben de mensen de dekzandrug in het gebied van het toekomstige bedrijventerrein Hattemerbroek Noord verlaten.

Nadat het Zeegat van Bergen was dichtgeslibd ontstond er een overloopgebied achter dat zeegat. Het overloopgebied leidde uiteindelijk tot het ontstaan van het Vlie-estuarium, en dat heeft geleid tot het zakken van het grondwaterpeil en oxidatie van veen. Dit heeft niet al te lang geduurd: in de Vroege-Middeleeuwen begon het grondwater opnieuw te stijgen wat leidde tot nieuwe veengroei.

Bij het pollenonderzoek werd gebruikt gemaakt van literatuuronderzoek en een referentiecollectie. Tijdens het onderzoek zijn niet alleen pollen en sporen gedetermineerd maar ook niet-pollen palynomorfen (NPP's) zoals resten van algen en schimmels. De pollentypen werden verdeeld in zes ecologische groepen en de data werd ingevoerd in de opensource software C2.

Daarna werden de resultaten van het onderzoek geïnterpreteerd. Het pollenonderzoek heeft waardevolle informatie opgeleverd. Over het hele profiel is er sprake van twee vernattingsfasen. Hiervan is één fase, als gevolg van oxidatie, verdwenen. In het hele diagram zijn indicatoren aangetroffen voor menselijk activiteiten. Mogelijk was er sprake van akkerbouw (granen) en veehouderij. De akkers en weilanden waren vochtig en stikstofrijk. De vegetatie van hogere gronden bestonden behalve uit akkers en weidegronden uit, zure droge heide.

De grondwaterspiegel heeft sterk gefluctueerd in alle getelde spectra van het profiel. Het gebied was overwegend relatief nat. Aan de basis van de monsterserie was er sprake van een nat graslandschap. Vervolgens verslechterde de waterhuishouding en ontstond er lokaal een open water fase. Door het openbreken van het Vlie kon het veen oxideren. Hierdoor is er een hiaat ontstaan in de opbouw van het veen. Mogelijk is hierbij de eerste vernattings-fase door oxidatie verdwenen. Dit is de periode waar het landschap intensief is gebruikt. Deze periode heeft niet al te lang geduurd want de veenvorming trad opnieuw in.

Deze veenvormingsfase begon met een open water fase. Na de open water fase trad een verlanding op. Met een toename van cypergrassen en oevervegetatie bestaande uit moerasvarens en moerasspirea. De els was een erg dominante boomsoort in het gebied. De lage vegetatie bestond grotendeels uit grassen en moerasspirea. Waarschijnlijk was het gebied een elzenbroekbos, waar de dekzandrug een open plek vormde in het bos waar heide groeide.

Het onderzoek werd vergeleken met eerder uitgevoerd pollen- en macroresten-onderzoek in Hattemerbroek. Hierdoor was het mogelijk om beter inzicht te krijgen in de vegetatie in het gebied van Hattemerbroek. Het macrobotanische onderzoek maakte het mogelijk om bepaalde vegetaties te koppelen aan het pollenonderzoek van Hattemerbroek Noord.

Indien er vervolgonderzoek wordt uitgevoerd kan er worden gekeken naar de tweede vernattingfase. De vraag is waardoor die is ontstaan en of die een rol heeft gespeeld voor de mensen die woonde aan de IJssel. Om het pollendiagram beter te kunnen interpreteren zullen er verschillende C14-monsters moeten worden genomen voor dateringen. Daarmee zullen de resultaten beter kunnen worden geïnterpreteerd.

Inhoud

Colofon	1
Voorwoord.....	3
Samenvatting	4
1. Inleiding	7
2. Eerder uitgevoerd onderzoek.....	12
3. Geologie en geomorfologie	15
a. Saalien complex	15
b. Eemien.....	16
c. Weichselien	16
d. Holoceen	17
4. De ontwikkeling van het landschap rondom Hattemerbroek.....	19
a. Bodemopbouw	19
b. Mesolithicum en het Neolithicum (5300 v. Chr.)	22
c. Overgang Neolithicum naar de Bronstijd (2800 v. Chr.)	24
d. Bronstijd (1400 v. Chr.)	26
e. IJzertijd (400 v. Chr.)	26
f. Landschappelijke veranderingen tijdens de Bronstijd en IJzertijd	27
g. Conclusie	30
5. Redenen voor de verandering van het klimaat.....	31
a. Inleiding	31
b. Hypothese verminderde zonneactiviteit	31
c. Hypothese regionale factoren	32
6. Methode	33
a. Inleiding	33
b. Het profiel.....	33
c. Pollen	34
d. Voorbereiding.....	35
e. Determinatie.....	35
f. Pollensom en C2	37
7. Resultaten pollenonderzoek	38
a. Inleiding	39
b. Datering en interpretatie	39
c. Zone 1.....	39
d. Zone 2.....	40
e. Subzone 3	42
f. Zone 3.....	42
g. Zone 4.....	44
h. Conclusie	45
8. Vergelijking met eerder uitgevoerd onderzoek.....	46
a. Onderzoek 1.....	46
b. Onderzoek 2.....	47
c. Onderzoek 3.....	48
d. Conclusie	49
9. Discussie.....	51
10. Conclusie	52
11. Aanbevelingen	55
12. Literatuurlijst.....	57
a. Internetbronnen	59
b. Persoonlijke communicatie en e-mails.....	59
c. Lijst met figuren	60
Bijlage 1 Profieltekening opgraving Hattemerbroek	
Bijlage 2 Resultaten pollenonderzoek aan profiel 2704.	

1. Inleiding

In het voorjaar van 2019 is ADC-ArcheoProjecten begonnen met een definitief archeologisch onderzoek. ADC-ArcheoProjecten is één van de grotere archeologische bedrijven in Nederland en heeft een onderzoekende en adviserende rollen binnen de Nederlandse archeologie.¹

Dit onderzoek is uitgevoerd naast het knooppunt Hattemerbroek (A50/A28) te Hattemerbroek, gemeente Hattem. De aanleiding voor de archeologische opgraving was de aanleg van een bedrijventerrein van de ontwikkelingsmaatschappij H2O. Het plangebied is in totaal 78 ha groot en wordt in een noordelijk (ca. 25 ha) en zuidelijk (ca. 53 ha) deel verdeeld (zie figuur 1 waar het plangebied is aangegeven met de naam Hattemerbroek-Noord 2). Het onderzoek werd in het noordelijke deel van het bedrijventerrein uitgevoerd.²

Ten oosten van knooppunt Hattemerbroek werden in het verleden verschillende grote archeologische opgravingen uitgevoerd door verschillende bedrijven (zie hoofdstuk 2).

Tijdens de opgraving in het noordelijke deel van het bedrijventerrein werden verschillende metalen bakken gebruikt voor monsternamen voor pollenonderzoek. De monsternamen waren gericht op een venige laag, waarin de vernattingfase op de overgang van Brons- naar IJzertijd mogelijk goed bewaard is gebleven. De uitwerking van palynologisch onderzoek kan inzicht geven in de vraag op welke wijze en wanneer de vernatting heeft plaatsgevonden en wat de samenhang is met de veenvorming.

Het afstudeeronderzoek is een pilot voor een pollenanalyse, waarbij geen macroresten onderzoek is uitgevoerd. Tijdens het onderzoek werd de inhoud van pollenbak 1180 geanalyseerd. Het werk is uitgevoerd onder begeleiding van Dr. B. van Geel van de Universiteit van Amsterdam. De resultaten zijn gebruikt om inzicht te krijgen in de ontwikkeling van de vernattingfase in het gebied en om antwoord te krijgen op de vraag wat voor vegetatietypen er voorkwamen in het moeras en op de nabijgelegen hogere gronden tijdens de Bronstijd en de IJzertijd. De resultaten van het onderzoek zijn vergeleken met een eerder paleovegetatieonderzoek van het gebied uitgevoerd door Dr. H. van Haaster van BIAConsult. BIAConsult is één van de grotere bedrijven in Nederland die gespecialiseerd zijn in paleobotanie en in archeobotanie.³

ADC heeft deze monsters genomen om een aantal vragen op te lossen deze onderzoeksvragen zijn:⁴

- “Op welke wijze heeft de vernatting plaatsgevonden?”
- “Wanneer heeft de vernatting plaatsgevonden?”

Om antwoord te geven op de onderzoeksvragen van ADC-ArcheoProjecten is er specifiek voor dit project hoofdvraag opgesteld met deelvragen.

Hoofdvraag:

Op welke wijze heeft de vernatting tussen de Brons- en IJzertijd plaatsgevonden in Hattemerbroek?

¹www.archeologie.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

²Muller 2018, 4,5.

³www.biax.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

⁴Persoonlijke communicatie Femke Vermue, 4 april 2020.

De hoofdvraag is uitgewerkt door middel van meerdere deelvragen. Deze deelvragen zijn opgesteld op drie verschillende schaalniveaus. Deze worden hieronder uitgelegd.

In dit verslag betreft het microniveau de wijze waarop een pollenonderzoek moet worden uitgevoerd.

Het mesoniveau betreft het gebied Hattemberbroek. Hierin wordt gekeken naar hoe de moerasvegetatie van Hattemberbroek eruit zag tijdens de Brons- en IJzertijd en hoe de droge omgeving van Hattemberbroek eruit zag. Hiervoor is gekozen om te achterhalen wanneer de vernatting plaatsvond. Centraal staat daarbij de vraag:

Wat waren de lokale milieuomstandigheden in de omgeving van Hattemberbroek in de Brons- en IJzertijd?

Op macroniveau wordt onderzoek gedaan naar wat er bekend is over de verandering in het stroomgebied in de periode van de vernatting en wat er bekend is over veranderingen van het klimaat in de periode van de lokale vernatting.

Deelvragen:

Microniveau

1. *Hoe wordt een pollenonderzoek uitgevoerd?*
2. *Hoe wordt een pollendiagram gemaakt?*
3. *Hoe worden de resultaten van een pollenonderzoek geïnterpreteerd?*

Mesoniveau

4. *Hoe ontwikkelde zich de moerasvegetatie van Hattemberbroek in de bestudeerde periode?*
5. *Hoe zag de vegetatie in de omgeving van het Hattemberbroek moeras eruit in de Brons- en IJzertijd en wat was de invloed van de nabijgelegen nederzetting op de pollenregen ter plaatse van de monstername?*

Macroniveau

6. *Wat is er bekend over de verandering in het stroomgebied van de Vecht, de IJssel en het Flevomeer in de periode van de vernatting?*
7. *Wat is er bekend over veranderingen in de ontwikkeling van het klimaat in de periode van de vernatting?*

Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk gaat over de eerder uitgevoerde onderzoeken in het gebied. Hiervoor is gebruik gemaakt van de volgende publicaties: van Lohof & Alders (2008)⁵; Lohof, Hamburg, Flamman (2011)⁶ en Hamburg, Lohof en Quadflieg (2011)⁷.

Hoofdstuk 3 betreft de geologie en geomorfologie in het gebied Hattemerbroek vanaf het Saalien tot en met het Holoceen. Hiervoor is literatuuronderzoek verricht. In dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van de volgende publicaties: Stouthamer *et al.* (2015)⁸; Berendsen *et al.* (2015)⁹; Beek & Brinkkemper (2011)¹⁰; van Zijverden & de Moor (2015)¹¹; Cohen *et al.* (2009)¹²; Flikweert & van Zijverden (2020)¹³; Vos (2014)¹⁴.

In hoofdstuk 4 wordt de ontwikkeling van het landschap rondom Hattemerbroek beschreven. Daarnaast wordt gekeken naar hoe de mens dit landschap gebruikte en hoe dit veranderde vanaf het Laat-Paleolithicum tot en met de IJzertijd. hiervoor is gebruik gemaakt van de publicaties van: Lohof, Hamburg, Flamman (2011)¹⁵ en Hamburg, Lohof en Quadflieg (2011)¹⁶. In dit hoofdstuk komt deelvraag zes aan bod.

Het volgende hoofdstuk worden de twee verschillende klimaat hypothesen vergeleken. Voor dit hoofdstuk is gebruik gemaakt van de publicaties van: van Geel *et al.* (1996)¹⁷; van Zijverden (2017)¹⁸ en Berendsen *et al.* (2015)¹⁹. In dit hoofdstuk komt deelvraag zeven aan bod.

In hoofdstuk 6 wordt de palynologische methode toegelicht. Hier worden de deelvragen 1 en 2 beantwoord. In dit hoofdstuk is gebruikt gemaakt van de volgende publicaties: Berendsen *et al.* (2015)²⁰; Jansen (1974)²¹; van Zijverden & de Moor (2015)²²; Lowe & Walker (2014)²³; Moore *et al.* (1994)²⁴; in gesprek met Bas van Geel²⁵ en Annemarie Philip²⁶.

⁵Lohof / Alders 2008.

⁶Lohof / Hamburg / Flamman 2011.

⁷Hamburg / Lohof / Quadflieg 2011.

⁸Stouthamer / Cohen / Hoek 2015.

⁹Berendsen / Stouthamer / Cohen / Hoek 2015.

¹⁰Beek / Brinkkemper 2011.

¹¹van Zijverden / de Moor 2015.

¹²Cohen / Stouthamer / Hoek / Berendsen / Kempen 2009.

¹³Flikweert / van Zijverden 2020.

¹⁴Vos 2014.

¹⁵Lohof / Hamburg / Flamman 2011.

¹⁶Hamburg / Lohof / Quadflieg 2011.

¹⁷van Geel / Buurman / Waterbolk 1996.

¹⁸van Zijverden 2017.

¹⁹Berendsen / Stouthamer / Cohen / Hoek 2015.

²⁰Berendsen / Stouthamer / Cohen / Hoek 2015.

²¹Jansen 1974.

²²van Zijverden / de Moor 2015.

²³Lowe / Walker 2014.

²⁴Moore / Webb / Colinson 1994.

²⁵Persoonlijke communicatie Bas van Geel, 2020.

²⁶Persoonlijke email Annemarie Philip, 16 maart 2020.

Hoofdstuk 7 gaat over de resultaten van het paleo-vegetatieonderzoek. In dit hoofdstuk wordt het pollendiagram gepresenteerd en geïnterpreteerd en worden er uitspraken gedaan ten aanzien van vernatting en tevens komen de deelvragen 3, 4 en 5 aan bod. Om de hoofdvraag en deelvragen te beantwoorden is er literatuuronderzoek verricht. Hiervoor zijn de volgende publicaties en internet websites gebruikt: Stouthamer *et al.* (2015)²⁷; www.geologievannederland.nl²⁸; www.floravannederland.nl²⁹; Lohof & Alders (2008)³⁰; Behre (1981)³¹; Vermeer *et al.* (2005)³²; van der Meer/ den Ouden (2007)³³; Kooistra (2006)³⁴; Jansen (1974)³⁵; van Beurden (2008); Pals *et al.* (1980)³⁶; Lohof, Hamburg, Flamman (2011)³⁷.

Ten slot wordt in hoofdstuk 8 het paleovegetatieonderzoek uit dit onderzoek vergeleken met eerder uitgevoerd onderzoek in het onderzoeksgebied door dhr. Dr. H. van Haaster van BIAConsult die een paleovegetatieonderzoek heeft uitgevoerd die in de volgende publicaties zijn beschreven: van Lohof & Alders (2008)³⁸; Lohof, Hamburg, Flamman (2011)³⁹ en Hamburg, Lohof en Quadflieg (2011)⁴⁰.

In hoofdstuk 9 wordt de discussie behandeld. In het hoofdstuk daarop wordt de conclusie van het onderzoek beschreven. Waar van het onderzoek samengevat en wordt een aantal kritische punten in het onderzoek besproken. In hoofdstuk 11 wordt een advies gegeven voor mogelijk vervolg onderzoek.⁴¹

²⁷Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015.

²⁸www.geologievannederland.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

²⁹www.floravannederland.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

³⁰Lohof/ Alders 2008.

³¹Behre 1981.

³²Vermeer/ Hänninen/ van Smeerdijk 2005.

³³van der Meer/ den Ouden 2007.

³⁴Kooistra 2006.

³⁵Jansen 1974.

³⁶Pals/ van Geel/ Delfos 1980.

³⁷Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011.

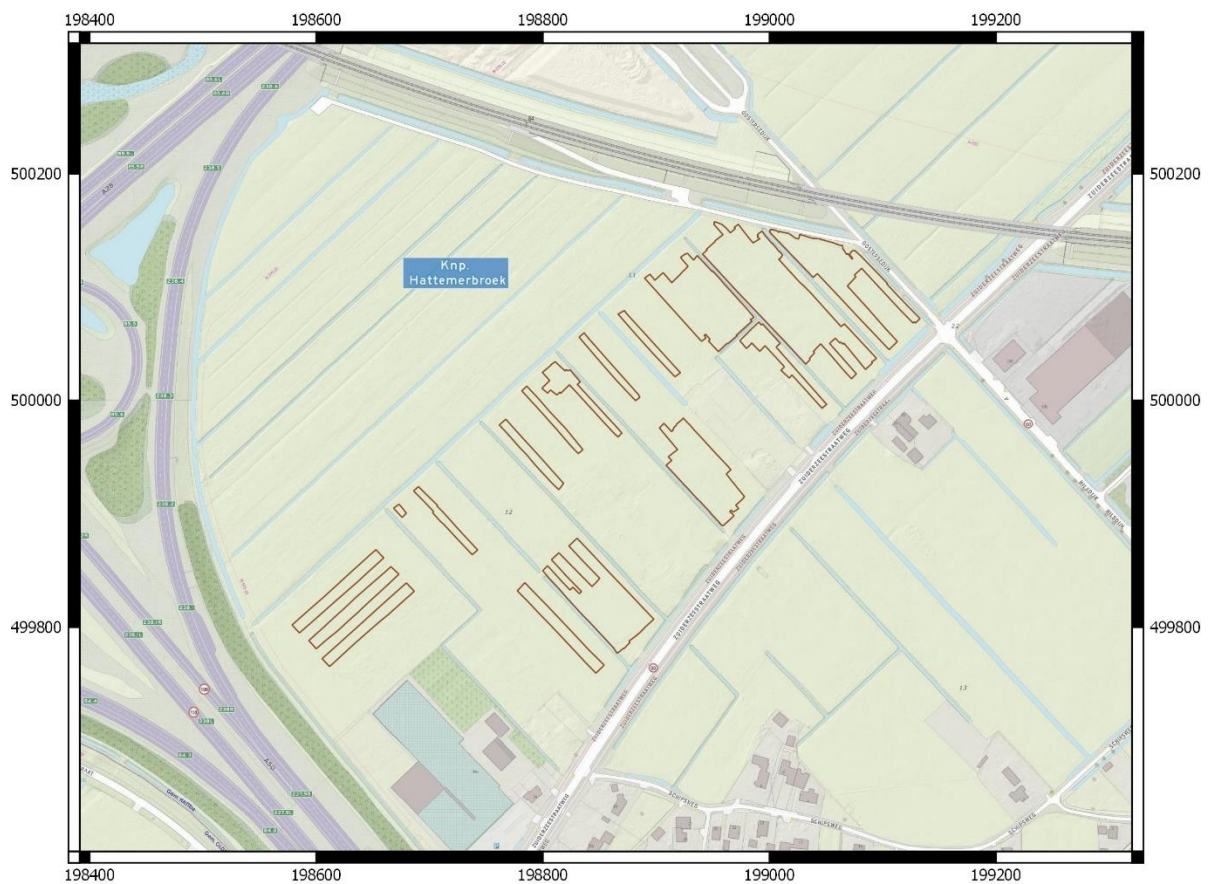
³⁸Lohof/ Alders 2008.

³⁹Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011.

⁴⁰Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011.

⁴¹Bakker 2020, 3.

Plangebied Hattermerbroek Noord 2



Legenda

 Hattermerbroek-Noord 2

0 100 200 300 m

Gemaakt door: Michael Bakker



FIGUUR 1 LOCATIE VAN HET PLANGEBIED HATTEMERBROEK NOORD 2: BRON: J.W. VAN AALST, WWW.OPENTOPO.NL.

2. Eerder uitgevoerd onderzoek

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de eerder uitgevoerde onderzoeken nabij knooppunt Hattemerbroek.

In 2006-2007 werd in opdracht van ProRail archeologisch onderzoek uitgevoerd in verband met de aanleg van de Hanzelijn (spoorlijn tussen Zwolle en Lelystad). Dit onderzoek bestond uit een booronderzoek en een proefsleuvenonderzoek (IVO-P). Het onderzoek werd uitgevoerd door ADC-ArcheoProjecten en Archol BV.

Archeologisch Onderzoek Leiden (Archol BV) is een zelfstandig archeologisch onderzoeksbureau van de Universiteit Leiden. Het team van Archol BV bestaat uit ongeveer achttien werknemers die onder andere bureauonderzoeken en opgravingen uitvoeren.⁴²

Het booronderzoek heeft inzicht gegeven in de ontwikkeling van het landschap. Gebaseerd op de resultaten van het booronderzoek werd op twee locaties een proefsleuvenonderzoek uitgevoerd. Hierbij zijn archeologische resten aangetroffen die dateren uit het Laat-Paleolithicum tot en met de IJzertijd.⁴³ In figuur 2 is het plangebied aangegeven met de naam Hanzelijn.

In 2006 werd in verband met de plannen van de ontwikkelingsmaatschappij Hattemerbroek B.V. een inventariserend veldonderzoek uitgevoerd. Het onderzoek omvatte een booronderzoek en een proefsleuvenonderzoek op het Hattemerbroek bedrijventerrein Noord. Het onderzoek werd door ADC-ArcheoProjecten uitgevoerd. Hierbij werden soortgelijke sporen en vondsten aangetroffen zoals die ook bij de opgraving van de Hanzelijn zijn gevonden. Uit dit onderzoek is naar voren gekomen dat er in de Vroege IJzertijd een vernattingfase heeft plaatsgevonden zodanig dat er een veenvormende moerasvegetatie ontstond.⁴⁴ In figuur 2 is het plangebied aangegeven met de naam Hattemerbroek-Noord 1.

⁴²www.archol.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

⁴³Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 3,15.

⁴⁴Lohof/ Alders 2008, 5,7.

In 2007 werd in opdracht van de gemeenten Hattem, Heerde en Oldebroek en ontwikkelingsmaatschappij Hattemerbroek BV archeologisch onderzoek uitgevoerd ten zuiden van knooppunt Hattemerbroek. Het archeologische onderzoek werd uitgevoerd in twee gebieden: gebied 1 is het bedrijventpark 'Bedrijventpark H2O' en gebied 2 is gelegen ten oosten van de Voskuilerdijk. Het onderzoek werd door Archol BV, ADC-ArcheoProjecten en RAAP uitgevoerd.⁴⁵

RAAP is een onafhankelijke onderzoeks- en adviesbureau voor cultuurhistorie, erfgoed en archeologie. Dit bedrijf voert verschillende archeologische onderzoeken uit binnen Nederland en België.⁴⁶

In gebied 1 werd gelijk een IVO-P uitgevoerd. Bij het onderzoek zijn sporen en vondsten aangetroffen die, op basis van de stratigrafische positie ten opzichte van het veenpakket, ouder dan de IJzertijd zijn gedateerd. In figuur 2 is het plangebied aangegeven met de naam Bedrijventpark H2O.

In gebied 2 is een archeologische begeleiding (AB) uitgevoerd en ten zuidwesten van de Middeldijk een sloopbegeleiding en een definitieve opgraving (DAO) ten noordoosten van de Middeldijk.⁴⁷ In figuur 2 is het plangebied aangegeven met de naam Middeldijk.

In 2019 werd een bedrijventerrein aangelegd in opdracht van ontwikkelingsmaatschappij H2O. Dit onderzoek is uitgevoerd door ADC-ArcheoProjecten. Het plangebied is in totaal 78 ha groot en wordt in een noordelijk (ca. 25 ha) en zuidelijk (ca. 53 ha) deel verdeeld. Het onderzoek werd in het noordelijke deel van het bedrijventerrein uitgevoerd.⁴⁸ In figuur 2 is het plangebied aangegeven met de naam Hattemerbroek-Noord 2.

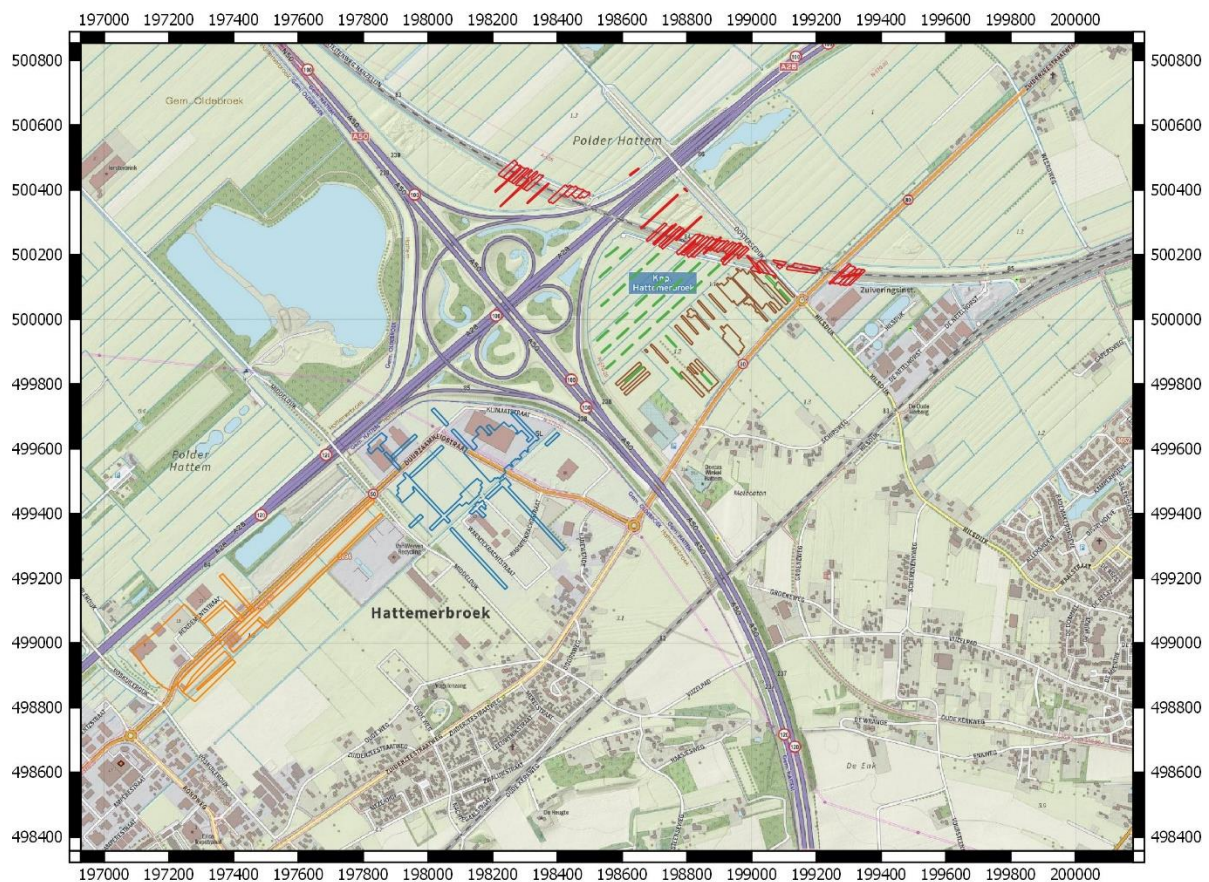
⁴⁵Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 11,12,13.

⁴⁶www.RAAP.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

⁴⁷Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 13.

⁴⁸Muller 2018, 4,5.

Verskillende onderzoeklocaties nabij knooppunt Hattemerbroek (Gld.).



Legenda

- Hanzelijn
- Hattemerbroek-Noord 1
- Bedrijvenpark H2O
- Middeldijk
- Hattemerbroek-Noord 2

0 200 400 600 800 m



Gemaakt door: Michael Bakker



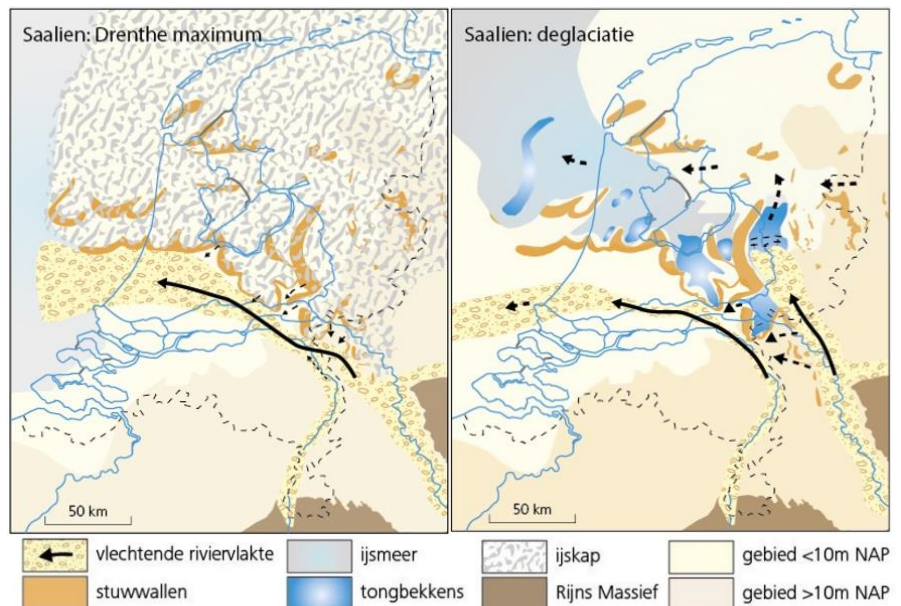
FIGUUR 2 LOCATIE VAN DE VERSCHILLENDE ONDERZOEKSTERREINEN NABIJ KNOOPPUNT HATTEMERBROEK (GLD.). BRON: J.W. VAN AALST, [WWW.OPENTOPO.NL](http://www.opentopo.nl).

3. Geologie en geomorfologie

Het landschap heeft altijd een rol gespeeld bij de keuze voor een vestigingslocatie van mensen. Bij onderzoek naar archeologische sporen is het belangrijk om te weten hoe het landschap eruit heeft gezien in het verleden. Men kan daar meer over te weten komen door de geologie en geomorfologie van het gebied te bestuderen. In dit hoofdstuk worden de belangrijkste periodes behandeld die veel invloed hebben gehad op het ontstaan van het gebied van Hattemerbroek.

a. Saalien complex

Het plangebied ligt ten westen van de IJssel, aan de rand van het IJsseldal en aan de rand van de Veluwe. Het IJsseldal en de Veluwe zijn tijdens de voorlaatste ijstijd gevormd. Deze periode wordt het Saalien complex genoemd (circa 370 - 130 ka). Het Saalien complex bestaat uit drie verschillende fasen: het oprukken van het landijs (circa 170 ka), de fase van het maximale landijsuitbreiding (Drenthe-fase, circa 160-150 ka), de fase van afsmelten van het landijs en terugtrekken van het ijsfront (circa 140 ka).⁴⁹



FIGUUR 3 PALEOGEOGRAFIE VAN HET SAALIEN TIJDENS HET DRENTHES MAXIMUM EN TIJDENS DE DEGLACIATIE. BRON: E. STOUTHAMER/ K.M. COHEN/ W.Z. HOEK 2015, FIG. 7.3.

Ongeveer 170.000 jaar geleden kwam het landijs Nederland binnen vanuit het noordoosten. Het landijs rukte op tot de lijn Texel-Hoogeveen. Waar door het ijs de stuwwallen complex van Coevorden-Steenwijk, het Gaasterland-Wieringen en Texel zijn gevormd (zie figuur 3).⁵⁰ Door de komst van het landijs konden de Rijn, de Vecht en de Elbe niet meer naar het noorden en noordwesten stromen en werden ze gedwongen langs het ijsfront naar het westen te stromen richting de Noordzee. In de zomer, wanneer de temperatuur boven nul kwam en het water smolt, stroomde er door de rivieren enorme hoeveelheden water. Er werd veel zand, slib en grind meegevoerd. Hier heeft de rivier een vlechtende rivierpatroon gehad. De rivieren hebben zich ingesneden voor het ijsfront en daar diepe rivierdalen achtergelaten. Deze rivierdalen worden aangeduid als “oerstroombdalen”. Eén van deze oerstroombdalen is het Vecht-oerstroombdal. Deze werd gevormd door de rivier “Eridanos” en stroomde van Nordhorn (Duitsland) naar Alkmaar.⁵¹

⁴⁹Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 180, 181.

⁵⁰Berendsen *et al.* 2015, 204, 205.

⁵¹van Beek/ Brinkkemper 2011, 24.

De maximale ijsuitbreiding was rond 160.000 jaar geleden. Het ijsfront kwam tot stilstand bij de HUND-lijn (Haarlem-Utrecht-Nijmegen-Düsseldorf), de Drenthe fase.⁵² In deze periode zijn de Veluwe en Salland opgestuwd en stroomde de Rijn langs het ijsfront in westelijke richting. Binnen de Drenthe-fase is het IJsseldal gevormd door het uitgroeien van de ijslob.⁵³

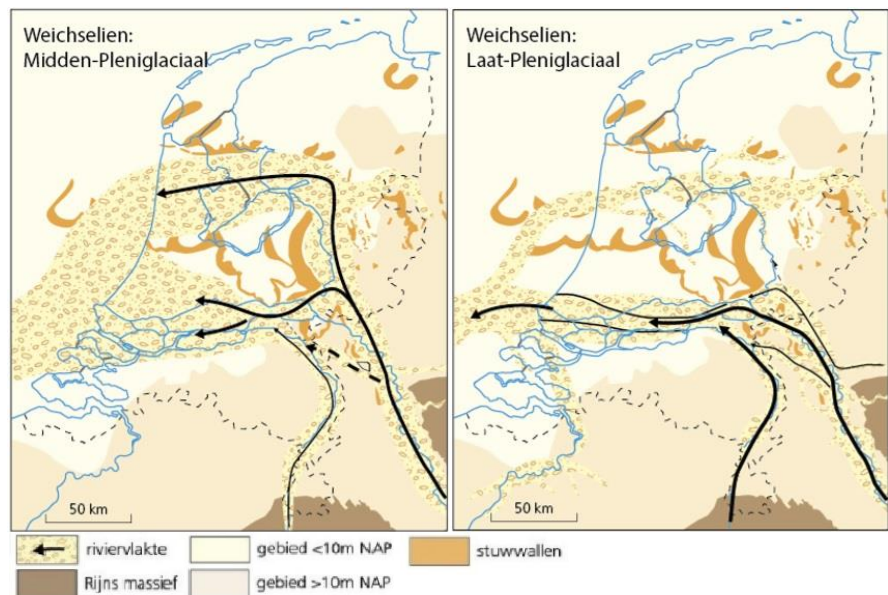
De periode van maximale ijsuitbreiding heeft relatief kort geduurd; maximaal 10.000 jaar. Hierop volgde de deglaciatie. Het ijsfront begon zich terug te trekken naar het noorden.⁵⁴

b. Eemien

Het Saalien complex werd gevolgd door een interglaciale periode dat het Eemien wordt genoemd. Deze periode vond circa 130-115 ka geleden plaats. In deze warme periode lag de zeespiegel 6 meter hoger dan tegenwoordig in het Laat-Holoceen. Als gevolg van de zeespiegelstijging drong de zee de Gelderse Vallei binnen. De Rijn stroomde door het IJsseldal en mondde uit in het gebied van de Noordoostpolder.⁵⁵ De afzettingen uit het Eemien zijn nog goed bewaard gebleven in de bodem. Deze fluviatiele afzettingen behoren tot de Kreftenheye Formatie (zie hoofdstuk 4.a).⁵⁶

c. Weichselien

Het Eemien werd gevolgd door het Weichselien (circa 115 - 11,7 ka jaar geleden), de laatste ijstijd. Het landijs bereikte Nederland niet. Het Weichselien wordt onderverdeeld in stadialen en interstadialen. Terwijl de vegetatie tijdens de interstadialen bestond uit bossen met dennen, berken en wilgen was er tijdens de stadialen sprake van een open koud en droog landschap, waarin vooral eolische afzettingen werden afgezet.⁵⁷



FIGUUR 4 PALEOGEOGRAFIE VAN HET WEICHSELIN TIJDENS HET MIDDEN-PLENIGLACIAAL EN HET LAAT-PLENIGLACIAAL. BRON: E. STOUTHAMER/ K.M. COHEN/ W.Z. HOEK 2015, FIG. 8.9.

⁵²Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 182, 183.

⁵³Cohen *et al.* 2009, 95.

⁵⁴Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 182, 183.

⁵⁵Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 201, 202.

⁵⁶Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 202.

⁵⁷Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 205,206,207.

Tijdens het Midden-Weichselien (73 - 14,7 ka jaar geleden), ook wel het Pleniglaciaal genoemd, heerste een periglaciaal klimaat in Nederland.⁵⁸ Tijdens het Pleniglaciaal begonnen bossen te verdwijnen en als er vegetatie was dan ging het om soorten die wijzen op een steppen-toendra. In het Vroeg-, Midden en Laat-Pleniglaciaal was er veel eolische activiteit.⁵⁹ Dit is de periode waarin op grote schaal dekzand werd afgezet.⁶⁰ De eigenschappen van dekzand is: kalkloos, goed tot matig gesorteerd, goed afgerond en met een korrelgrote tussen de 105-210 µm.⁶¹

De Rijn heeft in het Laat-Pleniglaciaal het IJsseldal verlaten en verlegde zich naar de Gelderse-Poort en de Niersdal-Rijn richting de huidige Rijn-Maas delta (zie figuur 3).⁶² Vanaf deze tijd begon het IJsseldal te functioneren als afvoer voor lokale beken in het gebied van de Veluwe en de Achterhoek. Dit gebeurde voordat de IJssel was ontstaan, de voorloper van de IJssel was een lokale samenvoeging van beken.⁶³ In deze periode werd het huidige Vechtdal gevormd in het oerstroombdal van de Vecht. Doordat het kouder begon te worden, nam de afzetting van zand en grind af in de rivieren. Naarmate van tijd werd de stroom kleiner uit Duitsland en kwam het dal grotendeels droog te staan. In het smeltseizoen concentreerde het smeltwater zich in kleinere stromen langs de randen van het oerstroombdal. Dit werd de basis van het huidige Vechtdal.⁶⁴

Het Laat-Weichselien omvat de overgang van het Pleniglaciaal naar het warme Holoceen. Het Laat-Weichselien bestaat uit verschillende stadialen en interstadialen die elkaar relatief snel opvolgen. Alleen het Late-Dryas (circa 12,850 - 11,650 ka geleden) was een relatief koude periode. Vanaf het Laat-Holoceen begon de temperatuur te stijgen en de ijskappen op Noord-Amerika en Scandinavië relatief snel te smelten. Hierdoor steeg de zeespiegel met meer dan een meter per eeuw.⁶⁵

d. Holoceen

Het koude Weichselien wordt opgevolgd door het warme Holoceen dat 11.650 jaar geleden begon en nog steeds voortduurt. Het Holoceen wordt verdeeld in het Vroeg, Midden en Laat-Holoceen. Het Vroeg-Holoceen (11,7 - 8,2 ka jaar geleden) komt bijna overeen met het Mesolithicum (zie tabel 1). In het Midden-Holoceen (8,2 - 4,2 ka jaar geleden) begon het Neolithicum. Het Laat-Holoceen beslaat de periode vanaf 4.200 jaar geleden tot nu.

Het Neolithicum wordt gevolgd door de Brons- en IJzertijd. Deze twee periodes hebben overlap met de chronostratigrafie van het Subboreaal en het daaropvolgende Subatlanticum (zie tabel 1).⁶⁶

Het begin van het Holoceen wordt gekenmerkt door een snelle overgang naar een warmer klimaat. Het open parklandschap veranderde in een loofbos waarin de berk (*Betula*) en de den (*Pinus*) domineerden. Het rivierpatroon begon zich aan te passen aan het warmere klimaat en de verdichting van de vegetatie. Er trad een verandering op van een vlechtend rivierpatroon naar een meanderend rivierpatroon. De meanderende rivieren begonnen zich in te snijden in het Pleistocene rivierterras.⁶⁷

⁵⁸Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 207.

⁵⁹van Zijverden/ de Moor 2014, 48.

⁶⁰Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 150.

⁶¹Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 184.

⁶²Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 219.

⁶³Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 54.

⁶⁴van Zijverden, de Moor 2014, 34.

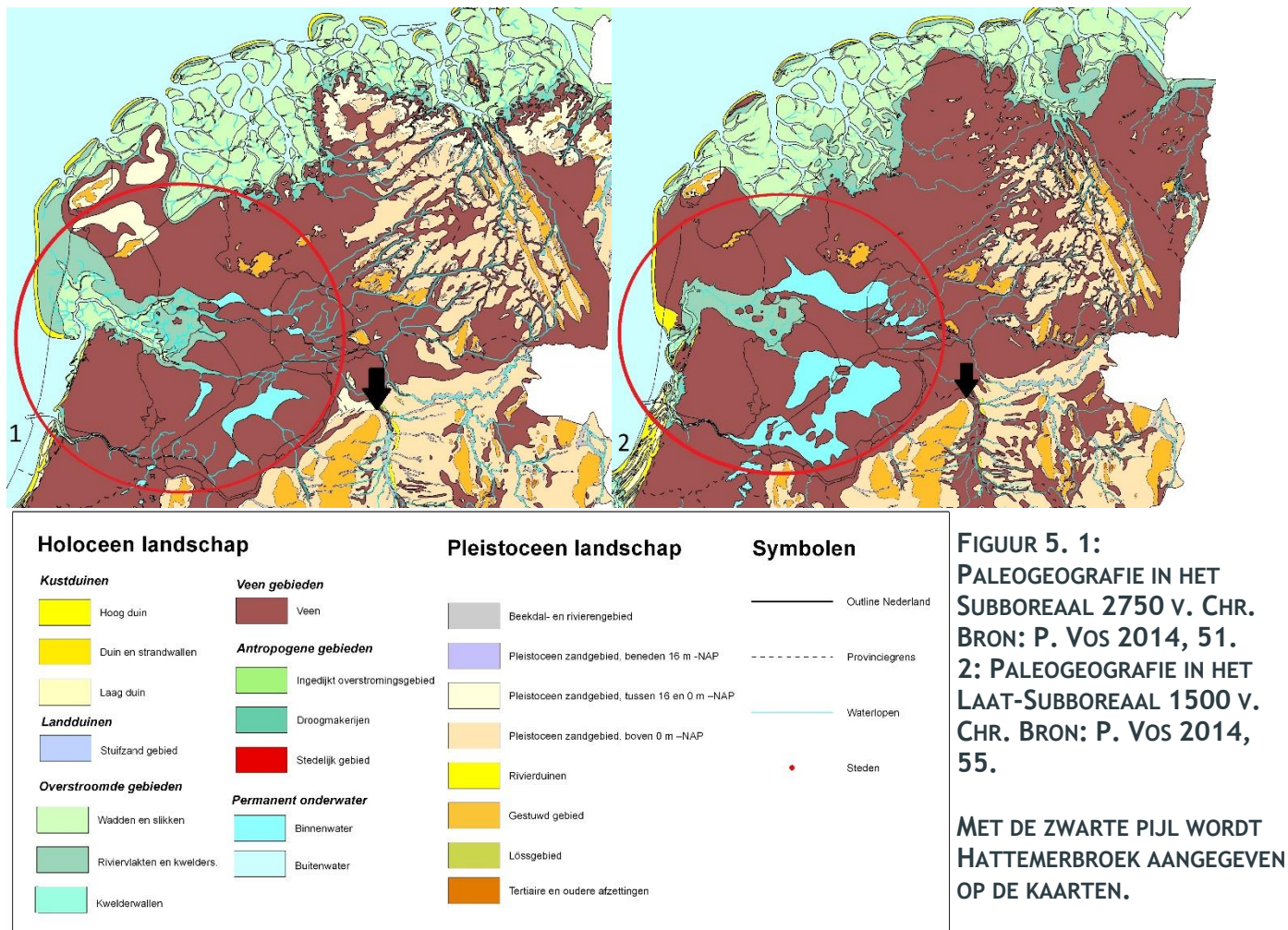
⁶⁵Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 210,211,230.

⁶⁶Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 229,230.

⁶⁷Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 235,236.

Tijdens het Atlanticum (6950-3000 v. Chr.) begon de zeespiegelstijging vanaf 4500 jaar minder snel te stijgen dan voorheen. Als gevolg daarvan konden de strandwallen zich sluiten en nam de invloed van de getijdengeulen af. Door het afnemen konden de lagunes verzoeten, waardoor veenvorming kon plaatsvinden. Dit gebeurde ook in Noord-Holland waar achter het Zeegat van Bergen een grote lagune ontstond (zie figuur 5.1 in de rode cirkel).⁶⁸ De lagune heeft niet kunnen verlanden, omdat de Overijsselse Vecht niet genoeg sediment kon aanvoeren. Dit heeft geleid tot het grotendeels open blijven van de lagune.

In het Laat-Holoceen was de Hollandse kust bijna gesloten, op de monding van de rivieren de Maas, de Rijn, het Oer-IJ en het Zeegat van Bergen na. Uiteindelijk begon het Zeegat van Bergen dicht te slibben en begon in het gebied van het huidige IJsselmeer zich verschillende meren te vormen (zie figuur 5.2 in de rode cirkel). Het water uit deze meren werd afgevoerd via de Utrechtse Vecht die afwaterde op het Oer-IJ. De afvoer van water was moeizaam en de aanvoer van de Overijsselse Vecht was vele malen groter.⁶⁹ Dit fenomeen wordt het kombergings-effect genoemd. Als gevolg van dat kombergings-effect steeg de grondwaterspiegel in het bovenstroomse gebied waardoor de veenvormende moerassen zich uitbreidden en er zelfs hoogveen kon ontstaan.¹⁷ Vanaf ongeveer 3000 v. Chr. begon zich veen te vormen in het onderzoeksgebied, met name op de lagere delen van het dekzandlandschap.⁷⁰



⁶⁸Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 245,282,283,284.

⁶⁹Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 284,285,286,287,309.

⁷⁰Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 55.

Na het sluiten van het Zeegat van Bergen ontstond er een overloopgebied achter dat zeegat. Het overloopgebied groeide uiteindelijk uit tot het Vlie estuarium.⁷¹ Op basis van het onderzoek van de Hanzelijn wordt een verdroging rondom knooppunt Hattemerbroek gedateerd op de overgang van de Midden-IJzertijd naar de Late-IJzertijd.⁷² Dit is terug te zien in de grondwaterspiegelcurve als een verlaging. Daarnaast is dit zichtbaar vanwege afbraak van het veen in de regio van Hattemerbroek.⁷³

Het Beneden-IJsselgebied functioneerde als een beekdal voor afvoer voor lokale beken richting het Flevomeer. Rond de overgang van de IJzertijd naar de Romeinse tijd heeft het IJsseldal gediend als een overloop van de Rijn, die heeft geleid tot een reactivering van het IJsseldal in de vroege Middeleeuwen.⁷⁴ Waar en wanneer de avulsie heeft plaatsgevonden is nog niet bekend. Volgens Cohen *et al.*⁷⁵ heeft de avulsie plaatsgevonden rond 300 n. Chr. op basis van het verdrinken van een eikenbos in de buurt van Zwolle. Makaske *et al.*⁷⁶ plaatsten de reactivering van de IJssel rond 600 n. Chr.⁷⁷

4. De ontwikkeling van het landschap rondom Hattemerbroek

In dit hoofdstuk wordt specifiek de ontwikkeling van het landschap rondom Hattemerbroek beschreven. Daarnaast wordt gekeken naar hoe de mens dit landschap gebruikte en hoe dit veranderde vanaf het Mesolithicum tot en met de IJzertijd.

a. Bodemopbouw

Tijdens het vooronderzoek van de Hanzelijn is er onderzoek uitgevoerd naar de genese van het landschap door NITG-TNO, RAAP, ARC en Archol BV. Dit werd gedaan door verschillende booronderzoeken uit te voeren in de regio van Hattemerbroek.⁷⁸ In de publicatie van Lohof & Alders (2008)⁷⁹ is op basis van verschillende onderzoeken een ideaalprofiel vervaardigd tot een diepte van 10 meter onder maaiveld (zie figuur 6).

De basis bestaat uit vlechtende rivierafzettingen van de Rijn. Deze afzettingen behoren tot de Formatie van Kreftenheye.⁸⁰ Deze fluviatiele afzettingen zijn afgezet in de periode tot het Laat Pleniglaciaal. De basis komt voor tot een diepte van 5,5 meter onder het maaiveld. Op de vlechtende rivierafzetting is een pakket kalkloos, matig tot grof zand afgezet. Dit pakket is geïnterpreteerd als beekafzettingen. Deze afzettingen zijn ongeveer een meter dik. Deze afzettingen zijn afgedekt met een pakket hellingmateriaal. In het pakket komen sterke krypturbate verschijnselen voor. Dit is te zien als vorstwiggen en verknijping in de bodem.⁸¹ Dit pakket is een meter dik en komt voor tot een diepte van 4,5 meter onder maaiveld.

⁷¹Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 309.

⁷²Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 55.

⁷³Flikweert/ van Zijverden 2020, 1.

⁷⁴Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 56.

⁷⁵Cohen *et al.* 2009.

⁷⁶Makaske *et al.* 2008.

⁷⁷Cohen *et al.* 2009, 102.

⁷⁸Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 41.

⁷⁹Lohof & Alders 2008, 28.

⁸⁰www.dinoloket.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

⁸¹Lohof & Alders 2008, 27.

Op het pakket hellingmateriaal ligt een pakket dekzand dat wordt gerekend tot het Laagpakket van Wierden binnen de Formatie van Boxtel.⁸² In Hattemerbroek-Zuid is de Laag van Beuningen op sommige plekken nog intact in de ondergrond. In Hattemerbroek-Noord lijkt het echter dat de Laag van Beuningen niet aanwezig is. De top van het dekzand is plaatselijk afgedekt door een pakket stuifzand. In de top van het stuifzand heeft een bodem gevormd. Het gebied is langzaam vernat waar in de lagere delen van het gebied broekveen en open water bevond. Het veenpakket is op drie verschillende manieren gevormd in de bodem. Het eerste pakket bestaat uit een meerbodemafzetting, die is afgedekt door zeggeveen dat overgaat in een elzenbroekveen. Door bodemvorming is de meerbodemafzetting niet meer in het veld herkenbaar, doordat het grondwaterspiegel daalde.⁸³ De reden kwam door een toenemende activiteit van de IJssel of door het ingrijpen van de mens, dit leidde tot het oxideren van de top van het veenlaag. Nadat de IJssel actief werd, ontstond er een bijmenging met lutum in het veen. De top van het veen raakte bedekt met komafzetting van de IJssel. In de top van de bodem zijn drie herkenbare fases ontwikkeld.

In eerste instantie is er een haarpodzolbodem ontwikkeld. Onder invloed van een toenemende vernatting heeft deze bodem zich ontwikkeld tot een veldpodzol.⁸⁴ De bodemontwikkeling is tot stilstand gekomen nadat de bodem is bedekt geraakt met veen. Vanaf het moment dat het veen is geoxideerd, heeft er opnieuw een humusinspoeling plaatsgevonden. Dit heeft geleid dat de oorspronkelijke bodemopbouw slecht herkenbaar is.⁸⁵

Aan de hand van de onderzoeksgegevens van de bovengenoemde bedrijven is een paleogeografische reconstructie gemaakt. Deze reconstructie is gemaakt door de boorgegevens te combineren met de bodem-, geomorfologische- en de AHN kaart.⁸⁶ De tijdsvensters (Mesolithicum en het Neolithicum (5300 v. Chr.), overgang Neolithicum naar de Bronstijd (2800 v. Chr.), Bronstijd (1400 v. Chr.) en IJzertijd (400 v. Chr.) zijn gekozen, omdat uit deze perioden de meeste archeologische sporen en artefacten zijn aangetroffen. Verder werden grote gebeurtenissen die invloed hebben gehad op het landschap in Hattemerbroek in aanmerking genomen. Deze grote gebeurtenissen omvatten: de sluiting van het Zeegat van Bergen, uitbreiding van het veen, ontstaan van de Vliestroom en de reactivering van de IJssel.⁸⁷

⁸²www.dinoloket.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

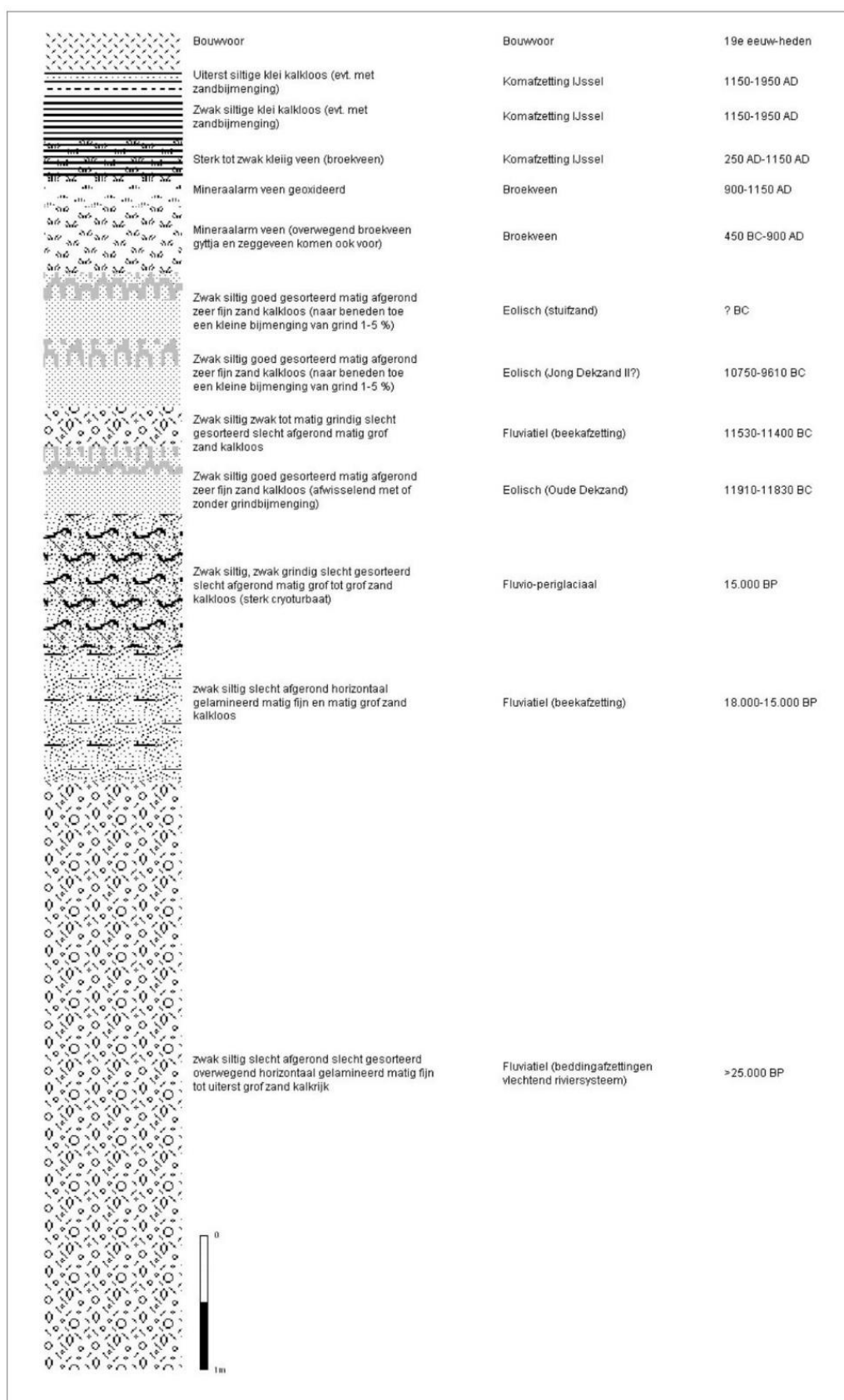
⁸³Lohof & Alders 2008, 27.

⁸⁴Lohof / Hamburg / Flamman 2011, 47,48,49.

⁸⁵Lohof & Alders 2008, 27.

⁸⁶Lohof / Hamburg / Flamman 2011, 49.

⁸⁷Lohof / Hamburg / Flamman 2011, 52.



FIGUUR 6 SCHEMATISCHE TEKENING VAN EEN IDEAAAL PROFIEL IN HATTEMERBROEK. BRON: E. LOHOF & P.G. ALDERS (2008) FIG 8.

b. Mesolithicum en het Neolithicum (5300 v. Chr.)

Tijdens het onderzoek van de Hanzelijn zijn er sporen en vondsten aangetroffen die dateren uit het Laat-Paleolithicum. De artefacten en sporen zijn op de vindplaatsen 1.01 (noordelijke deel van de knooppunt Hattemerbroek) en 3.02 (oostelijke deel van knooppunt Hattemerbroek) gevonden uit de periode vanaf het Laat-Paleolithicum tot en met het Neolithicum (zie figuur 7).⁸⁸

Vindplaats 1.01 ligt op de flank van een dekzandrug die oost-west georiënteerd ligt ten noordoosten van het knooppunt. Op de zuidwest hoek van vindplaats 1.05 bevindt zich een tweede dekzandverhoging. De artefacten die zijn aangetroffen binnen vindplaats 1.01 bestaan uit een aantal vuurstenen werktuigen en afslagen die dateren uit het Laat-Paleolithicum.

Vindplaats 3.02 is een langwerpig gebied dat in het centrale deel ligt. Hier werd een hoge concentratie vuursteen aangetroffen. Het materiaal werd verzameld door de cultuurlaag en de C-horizont te zeven.⁸⁹ De vondsten bestonden alleen uit vuurstenen en werden gedateerd in het Mesolithicum. In de buurt van vindplaats 3.02 ligt een groepje haardkuilen. Deze worden ook wel brandkuilen of kuilhaarden genoemd. Haardkuilen worden het meest geassocieerd met het Mesolithicum in Noord-Nederland. De verkoolde resten die zijn aangetroffen zijn gedateerd op het Mesolithicum tot in het Neolithicum. Mogelijk is deze datering niet helemaal betrouwbaar. Dit komt doordat de verkoolde resten mogelijk door bioturbatie zijn verplaatst.⁹⁰

Binnen complex 2.09 is een kuil aangetroffen met een verkoolde eikenstam die is gedateerd in het Vroeg-Neolithicum. Het Vroeg-Neolithicum in deze regio wordt gekoppeld aan de Swifterbandcultuur. Ten zuiden van complex 2.09 zijn resten gevonden die een verband hebben met de Enkelgraf-cultuur (2900 - 2500 v. Chr.) en de Klokbeercultuur (2500 - 2000 v. Chr.). In de andere putten zijn geen resten gevonden uit het Vroeg-Neolithicum. Mogelijk heeft de vroeg-neolithische mens niet al te veel activiteiten uitgevoerd in gebied.⁹¹

Het aantal resten uit het Midden-Neolithicum is groter dan het Vroeg-Neolithicum. In blok 7 is een grote hoeveelheid sporen gevonden die dateren uit het Midden-Neolithicum. Binnen blok 3 zijn sporen gevonden die dateren uit de Trechterbekerperiode (3400 - 2900 v. Chr.). Ook vóór deze periode zijn er geen duidelijke sporen aangetroffen van activiteiten in het gebied. De sporen en vondsten zijn niet goed genoeg geconserveerd om hierover een duidelijke uitspraak te doen. Het is niet duidelijk of in de regio een mogelijke nederzetting heeft gelegen.⁹²

Uit de resultaten van micromorfologisch onderzoek is naar voren gekomen dat er lokale verstuiving heeft opgetreden in het gebied. Uit pollen- en macroresten onderzoek van de vulling van de restgeul kon een beeld worden geschetst van de vegetatie. Uit het pollen- en macroresten onderzoek is naar voren gekomen dat het naaldbos werd verdrongen door loofbos. In het Laat-Mesolithicum is er hoog percentage *Calluna* (heide) aangetroffen. Mogelijk zijn er lokale verstuivingen in het gebied opgetreden, die hebben geleid tot een open landschap. Het bos werd verdrongen en hierdoor kreeg *Calluna* de ruimte in het landschap, met name tijdens het Mesolithicum.⁹³

⁸⁸Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011 66,67.

⁸⁹Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011 95.

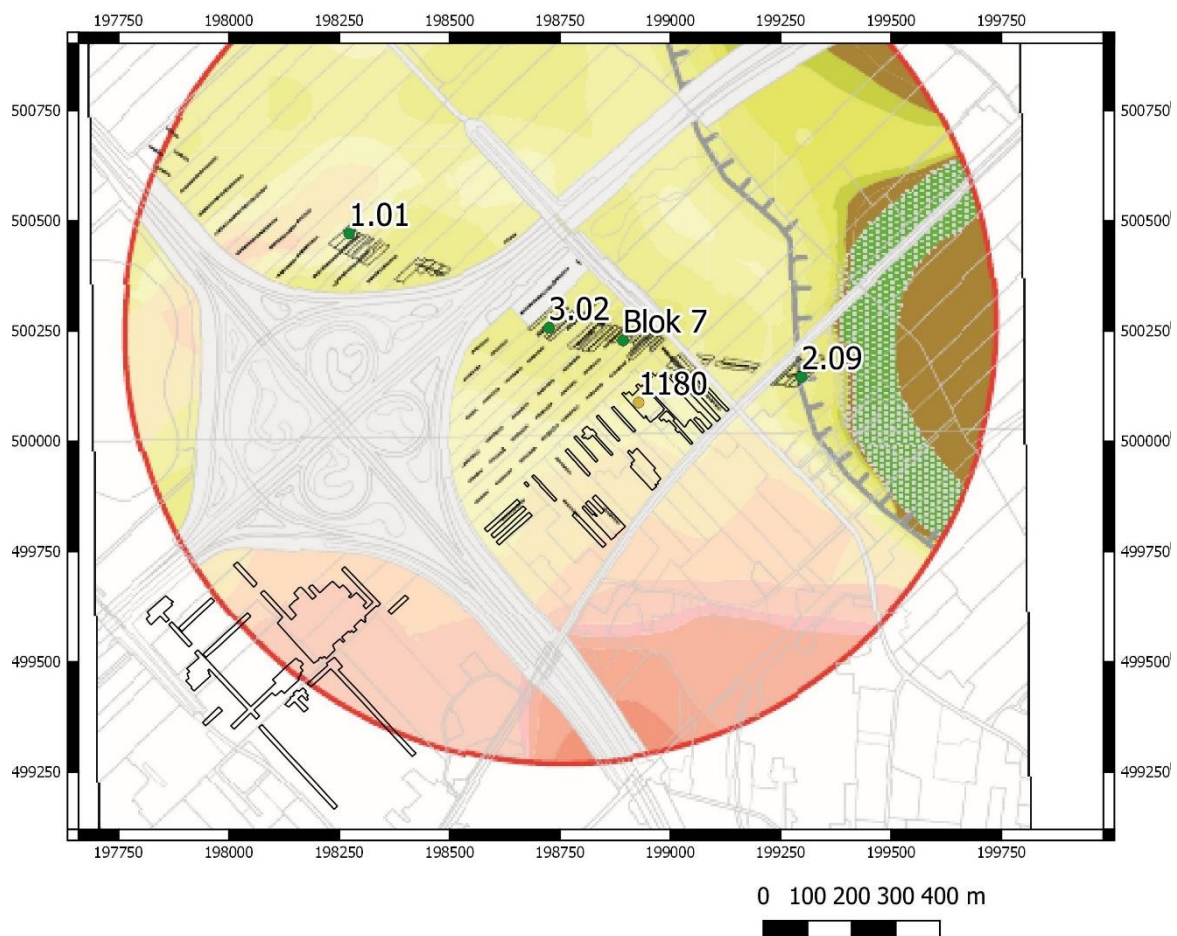
⁹⁰Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011 66,124,144.

⁹¹Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011 2011 158.

⁹²Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011 2011 160, 162.

⁹³Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011 2011 67.

Paleogeografische reconstructie Hattemerbroek 5300 v. Chr.



Gemaakt door: Michael Bakker



Legenda

-150 tot -125 cm NAP	75 tot 100 cm NAP	Drassig gebied
-125 tot -100 cm NAP	100 tot 150 cm NAP	Restgeul
-100 tot -50 cm NAP	150 tot 200 cm NAP	Terrasrand
-50 tot 0 cm NAP	200 tot 250 cm NAP	Plangebied
0 tot 25 cm NAP	250 tot 300 cm NAP	Geen gegevens bekend
25 tot 50 cm NAP	300 tot 350 cm NAP	Locatie Pollenbak 1180
50 tot 75 cm NAP	Nat gebied veen en/of komafzettingen	Sporen, Mesolithicum en het Neolithicum

FIGUUR 7 PALEOGEOGRAFISCHE RECONSTRUCTIE VAN HATTEMERBROEK ROND 5300 V. CHR. BRON: E. LOHOF/ T. HAMBURG/ J. FLAMMAN 2011, 50.

c. Overgang Neolithicum naar de Bronstijd (2800 v. Chr.)

Het aantal archeologische vondsten uit het Laat-Neolithicum is gering. Deze vondsten worden gekoppeld aan de Enkelgrafcultuur. Deze zijn in blok 5,6 en 8 aangetroffen (zie figuur 8), er zijn echter niet genoeg aanwijzingen gevonden voor bewoning en activiteiten in het gebied in deze periode. In blok 7 is een vlakgraf aangetroffen uit deze periode met een onversierde standvoetbeker. Rondom het graf zijn sporen aangetroffen van een omheining. Als de omheining te koppelen is aan het vlakgraf, dan is het mogelijk dat er in de omgeving meerdere graven aanwezig zijn. Er zijn te weinig sporen van activiteiten aangetroffen om de site te kunnen duiden als een nederzetting. Mogelijk waren de mensen maar kortstondig in het gebied.⁹⁴

In gebied 1 Bedrijvenpark H2O zijn drie inhumatiegraven (S53.63; S63.105 en 16.5) en twee crematiegraven aangetroffen. Deze worden gedateerd in het Laat-Neolithicum. De haardkuilen die zijn aangetroffen dateren uit de Klokbekerperiode. De kuilen komen overeen met kuilen in het Hanzelijn-tracé.⁹⁵ In gebied 1 is een kuil gevonden die te koppelen is aan de Vroege-Bronstijd.⁹⁶ In het Hanzelijn-tracé zijn op drie locaties sporen en vondsten uit de Bronstijd aangetroffen. De vondsten bestaan uit aardewerk scherven en eergetouw krassen.⁹⁷

Het ontbreken van nederzettingssporen in het onderzoeksgebied van de Hanzelijn komt overeen met een open water fase. Een open water fase is de periode dat het grondwaterstand jaarrond hoger ligt dan het maaiveld, zelfs na de winterperiode. Na de open water fase begon de veenvorming en de zijdelingse uitbreiding van het veenvormende moeras. De veenvorming startte tussen de 2860 en 2490 v. Chr. De grootste veenuitbreiding vond plaats tussen 2800 en 400 v. Chr.⁹⁸

⁹⁴Hamburg/ Lohof/ Flamman 2011, 168,170,171,180.

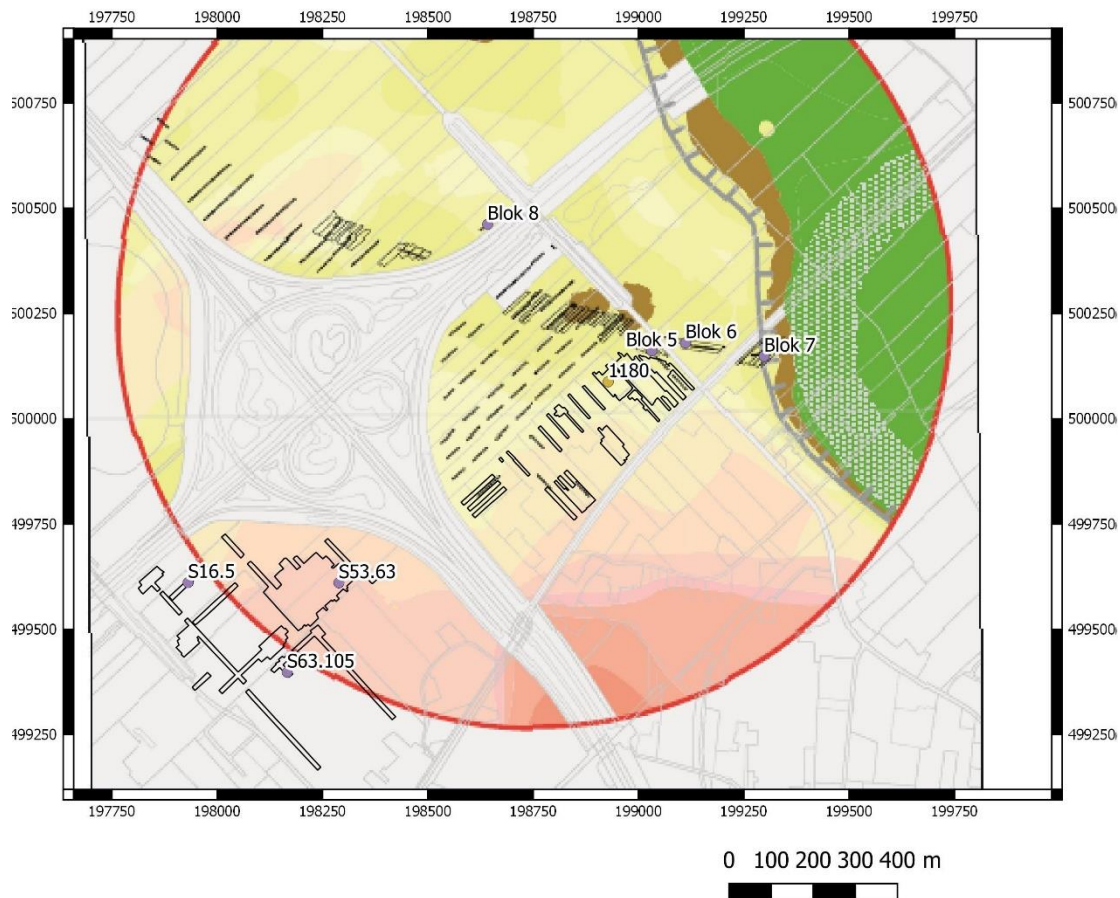
⁹⁵Hamburg/Lohof/ Quadflieg 2011, 124,125.

⁹⁶Hamburg/Lohof/ Quadflieg 2011, 131.

⁹⁷Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 183.

⁹⁸Hamburg/ Lohof/ Flamman 2011, 67.

Paleogeografische reconstructie Hattemerbroek 2800 v. Chr.



Gemaakt door: Michael Bakker

Legenda

-150 tot -125 cm NAP	75 tot 100 cm NAP	Drassig gebied
-125 tot -100 cm NAP	100 tot 150 cm NAP	Restgeul
-100 tot -50 cm NAP	150 tot 200 cm NAP	Terrasrand
-50 tot 0 cm NAP	200 tot 250 cm NAP	Plangebied
0 tot 25 cm NAP	250 tot 300 cm NAP	Geen gegevens bekend
25 tot 50 cm NAP	300 tot 350 cm NAP	Locatie Pollenbak 1180
50 tot 75 cm NAP	Nat gebied veen en/of komafzettingen	Sporen, overgang Neolithicum naar de Bronstijd



FIGUUR 8 PALEOGEOGRAFISCHE RECONSTRUCTIE VAN HATTEMERBROEK ROND 2800 v. CHR. BRON: E. LOHOF/ T. HAMBURG/ J. FLAMMAN 2011, 50.

d. Bronstijd (1400 v. Chr.)

Het aantal sporen en artefacten uit de Bronstijd is erg gering bij de opgraving van de Hanzelijn.⁹⁹ In gebied 1, Bedrijvenpark H2O, is er een groot nederzettingsterrein uit de Bronstijd aangetroffen. De nederzetting wordt gedateerd in de Midden- en Late Bronstijd.¹⁰⁰ In totaal zijn er 23 huisplattegronden aangetroffen. Ook is er een aantal bijgebouwen met spiekers (zie figuur 9) gevonden.

De bronstijdnederzetting is ouder dan de nederzetting van Ittersumbroek bij Zwolle. Daarnaast zijn er grote verschillen in huizenbouw tussen beide nederzettingen en komt de Hattemerbroeknederzetting meer overeen met de huisplattegronden uit het Rivierengebied.¹⁰¹ De nederzetting bevindt zich op de dekzandkopjes. In de Vroege-Bronstijd was er nog veen gevormd in het plangebied van Bedrijvenpark H2O. Pas in de Late-Bronstijd heeft het veenvormende moeras dit gebied bereikt.¹⁰²

e. IJzertijd (400 v. Chr.)

Uit het recente onderzoek voor de aanleg van een bedrijventerrein van H2O hebben de archeologen een groot nederzettingsterrein aangetroffen met 20 huisplattegronden en bijgebouwen. De vondsten die werden aangetroffen dateren het vroegst vanaf de Midden-Bronstijd. Echter zijn er ook vele ijzertijd-vondsten aangetroffen. De nederzetting wordt gedateerd in de Midden-Bronstijd en de IJzertijd. Dit is erg opvallend, omdat tijdens het onderzoek van de Hanzelijn de archeologen ervan overtuigd waren dat het gebied verlaten was vanaf het begin van de IJzertijd.¹⁰³

Tijdens het Hanzelijn-onderzoek werden er weinig sporen aangetroffen uit de IJzertijd. In één van de sporen is een *La Tène* kraal gevonden, naast een aantal grote hekwerken die mogelijk dezelfde datering hebben. De hekwerken zijn mogelijk aangelegd om erven van elkaar te scheiden.¹⁰⁴ De eergetouwkrassen dateren vanaf het Midden-Neolithicum tot aan de IJzertijd. Het precies dateren van de eergetouwkrassen is erg moeilijk, omdat het eergetouw over langere tijd werden gebruikt. Wel is op te maken dat de krassen zich op de overgang van de donkere A- naar de lichtere E-horizont bevinden. De E-horizont is te koppelen met de laatste bodemvorming binnen het dekzand, die geplaatst wordt voor de eerste vernatting. Mogelijk dateren de eergetouwkrassen uit de periode tussen de Late-Bronstijd en de definitieve vernatting vanaf de Midden-IJzertijd.¹⁰⁵

⁹⁹Lohof/ Hamburg/ Quadflieg 2011, 182.

¹⁰⁰Hamburg/ Lohof/ Flamman 2011, 132.

¹⁰¹Hamburg/ Lohof/ Flamman 2011, 180.

¹⁰²Hamburg/ Lohof/ Flamman 2011, 77.

¹⁰³Persoonlijke communicatie Femke Vermue, 7 mei 2020.

¹⁰⁴Lohof/ Hamburg/ Quadflieg 2011, 187.

¹⁰⁵Lohof/ Hamburg/ Quadflieg 2011, 193,194,195.

f. Landschappelijke veranderingen tijdens de Bronstijd en IJzertijd

In de Midden-Bronstijd is er een nieuwe periode van vernatting en veenvorming opgetreden. Deze heeft mogelijk plaatsgevonden tussen 1800 en 400 v. Chr. Het nederzettingsterrein uit het H2O onderzoek bevindt zich op de grens van het moeras rond 400 v. Chr. (zie figuur 10).

Uit de onderzoekresultaten van de vulling van de restgeul blijkt dat er tussen 1450 en 1300 v. Chr. een omslag heeft plaatsgevonden waarbij het broekveen plaats maakte voor rietveen. Mogelijk heeft er een fluctuatieverandering plaatsgevonden in het gebied.¹⁰⁶ De verandering van de grondwaterspiegel kan verklaard worden door het ontbreken van een doorgang naar zee in de benedenstroom van de IJssel. Tot 1400 v. Chr. vond afwatering plaats via het Zeegat van Bergen. Na het sluiten van het Zeegat van Bergen ontstond er een plassengebied in het huidige IJsselmeergebied en was er sprake van een vergroot kombergingseffect.¹⁰⁷

Tussen 760 en 410 v. Chr. herstelde het elzenbos zich. Dit komt mogelijk doordat de afvoer regelmatig werd en de grondwaterstijging afnam. Dit zou verband hebben met het ontstaan van het Vlie estuarium waardoor de afvoer regelmatig zou zijn geworden. De afname van de grondwaterstijging was van korte duur: in de Vroege-Middeleeuwen steeg de grondwaterspiegel waardoor opnieuw veengroei plaatsvond.¹⁰⁸

¹⁰⁶Lohof/ Hamburg/ Quadflieg 2011, 67.

¹⁰⁷Lohof/ Hamburg/ Quadflieg 2011, 68.

¹⁰⁸Lohof/ Hamburg/ Quadflieg 2011, 68,69.

Paleogeografische reconstructie Hattemerbroek 1400 v. Chr.



Gemaakt door: Michael Bakker

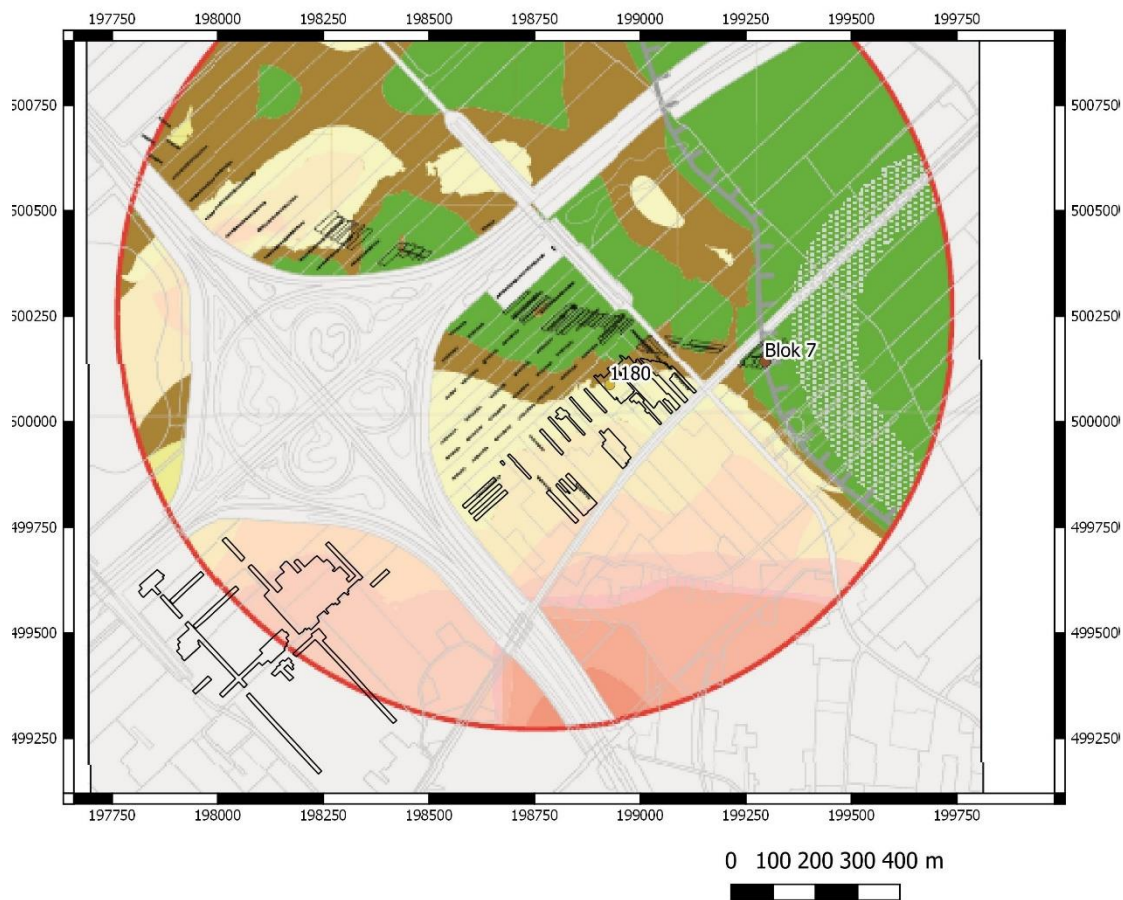


Legenda

-150 tot -125 cm NAP	75 tot 100 cm NAP	Drassig gebied
-125 tot -100 cm NAP	100 tot 150 cm NAP	Restgeul
-100 tot -50 cm NAP	150 tot 200 cm NAP	Terrasrand
-50 tot 0 cm NAP	200 tot 250 cm NAP	Plangebied
0 tot 25 cm NAP	250 tot 300 cm NAP	Geen gegevens bekend
25 tot 50 cm NAP	300 tot 350 cm NAP	Locatie Pollenbak 1180
50 tot 75 cm NAP	Nat gebied veen en/of komafzettingen	Sporen, Bronstijd en IJzertijd

FIGUUR 9 PALEOGEOGRAFISCHE RECONSTRUCTIE VAN HATTEMERBROEK ROND 1400 v. CHR. BRON: E. LOHOF/ T. HAMBURG/ J. FLAMMAN 2011, 50.

Paleogeografische reconstructie Hattemerbroek 400 v. Chr.



Gemaakt door: Michael Bakker



Legenda

-150 tot -125 cm NAP	75 tot 100 cm NAP	Drassig gebied
-125 tot -100 cm NAP	100 tot 150 cm NAP	Restgeul
-100 tot -50 cm NAP	150 tot 200 cm NAP	Terrasrand
-50 tot 0 cm NAP	200 tot 250 cm NAP	Plangebied
0 tot 25 cm NAP	250 tot 300 cm NAP	Geen gegevens bekend
25 tot 50 cm NAP	300 tot 350 cm NAP	Locatie Pollenbak 1180
50 tot 75 cm NAP	Nat gebied veen en/of komafzettingen	Sporen, IJzertijd

FIGUUR 10 PALEOGEOGRAFISCHE RECONSTRUCTIE VAN HATTEMERBROEK ROND 400 v. CHR. BRON: E. LOHOF/ T. HAMBURG/ J. FLAMMAN 2011, 50.

g. Conclusie

Nu de geologie, geomorfologie, de aspecten van de bewoning en het lokale landschap tezamen zijn besproken, is het mogelijk om een beeld te schetsen hoe dit veranderde. In het Laat-Paleolithicum bestond het gebied uit een overgangszone voor loof- en naaldbos naar een riviergebied waar men op de dekzandruggen leefden.

Mogelijk trad er lokaal verstuing op als gevolg van bewoning in de regio, die geleid heeft tot het verdringen van het bos waardoor er een open landschap ontstond. In het open landschap met zandige, verzurende bodems werd de struikheide (*Calluna vulgaris*) dominant met een piek in het Mesolithicum.

De mensen hebben mogelijk op de dekzandruggen gewoond tot in het Neolithicum. Het vernattingproces zette daarna in. Voorafgaand aan een veenuitbreiding was er sprake van een open water fase. De mens is in het gebied gebleven, maar er zijn geen duidelijke nederzettingssporen aangetroffen. Het uitbreiden van het veenvormende moeras startte tussen 2800 en 400 v. Chr.

In de Bronstijd heeft men de dekzandruggen verlaten en zich mogelijk gevestigd in gebied 1 van het huidige Bedrijvenpark H2O. Mogelijk hebben de mensen de nederzetting op een dekzandkopje gebouwd in de buurt van het moeras. De nederzetting wordt gedateerd tussen de Midden- en Late-Bronstijd. Van de nederzetting zijn huisplattengronden, spiekers en erven met daaromheen percelen die werden gebruikt voor veeteelt en akkers opgegraven. In de Late-Bronstijd heeft het moeras zich uitgebreid tot de nederzetting en hebben de mensen waarschijnlijk de nederzetting verlaten. Niet ver van deze nederzetting was er een nieuwe nederzetting aangetroffen die dateert vanaf de Midden-Bronstijd tot in de IJzertijd. Waarschijnlijk is deze nederzetting om dezelfde reden verlaten als de nederzetting in gebied 1.

Uit onderzoek van de vulling van de restgeul is naar voren gekomen dat er een fluctuatieverandering (namelijk een stijging van de waterspiegel) optrad tussen 1450 en 1300 v. Chr. De fluctuatieverandering is mogelijk te koppelen met het dichtslippen van het Zeegat van Bergen waardoor een kombergings-effect optrad in het Beneden-IJsselgebied. Tussen 760 en 410 v. Chr. ontstond het Vlie estuarium waardoor de grondwaterstijging afnam. Dit heeft niet al te lang geduurd: in de Vroege-Middeleeuwen begon het grondwater weer te stijgen, dat leidde tot nieuwe veengroei.

5. Redenen voor de verandering van het klimaat

In dit hoofdstuk wordt gekeken naar twee verschillende hypothesen die geleid hebben tot verandering van het milieu in Hattemerbroek in de Late-Bronstijd en Vroege-IJzertijd. In dit hoofdstuk worden de hypothesen van Bas van Geel *et al.* (1997) en van Wilko van Zijverden (2017) beschreven.

a. Inleiding

In 1996 publiceerde van Geel *et al.* (1996) een artikel waarin gesteld wordt dat een abrupte klimaatverandering heeft geleid tot het verlaten van bronstijd-nederzettingen in West-Friesland. Dit event heeft plaatsgevonden op de overgang van de Late-Bronstijd naar de Vroege-IJzertijd. Dit wordt ook het 2.8 BP event genoemd. Dit event heeft volgens van Geel waarschijnlijk geleid tot het verlaten van de nederzetting in Zwolle-Ittersumbroek.¹⁰⁹ Wilko van Zijverden beschrijft in zijn proefschrift (van Zijverden, 2017) op basis van archeologische en aardkundig onderzoek de landschappelijke ontwikkelingen in West-Friesland in de Bronstijd.¹¹⁰

b. Hypothese verminderde zonneactiviteit

Het West-Friese landschap veranderde naar een wad-kwelderlandschap ongeveer 1570 voor Chr. doordat het Zeegat van Bergen dicht slibde. Als gevolg van reliëfinversie lagen de kreekbedding als ruggen in het landschap waar de mens op ging wonen.¹¹¹ Ongeveer 3500 BP hebben de eerste boeren het gebied gekoloniseerd. In de jaren 90 is het gebied onderzocht door archeologen en werden er nederzettingen aangetroffen die dateren uit de Midden- en Late-Bronstijd. Op grond van botanisch en zoölogisch onderzoek was het mogelijk om onderscheid te maken tussen twee bewoningsperioden. De vroege bewoningsperiode tussen 3350 en 2845 BP. In deze periode waren de huizen gevestigd op de flanken en top van de ruggen. In de latere periode tussen 2760 en 2620 BP gebeurde iets opvallends. Het gebied begon natter te worden en men begon huisterpen op te werpen. Uiteindelijk hebben de mensen het gebied verlaten. Het gebied raakte vrijwel geheel bedekt met een pakket van veen vanaf ongeveer 2620 BP en men kwam pas terug in de Middeleeuwen.¹¹²

Het moment dat er terpjes werden gebouwd kan in twee fases worden opgedeeld. Eerst werden er relatief kleine sloten gegraven. In de latere fases werden de sloten dieper en breder gegraven en op grotere afstand van het nederzettingsterrein. Met ¹⁴C onderzoek was het mogelijk om een abrupte stijging van het grondwater te dateren tussen 850 en 800 voor Chr. Naast archeologische vondsten blijkt ook uit andere studie gegevens, zoals de toename van atmosferisch ¹⁴C (verminderde zonneactiviteit) dat er sprake was van klimaatverandering.

Volgens de hypothese van Van Geel veranderde het klimaat van warm en droog naar kouder en natter. Door de toenemende vernatting heeft de mens het gebied uiteindelijk moeten verlaten. Dit event is ook terug te zien in Zwolle-Ittersumerbroek, waar de nederzetting uiteindelijk is verlaten door de toenemende vernatting en veenuitbreiding.¹¹³

¹⁰⁹van Geel/ Buurman/ Waterbolk 1996, 452.

¹¹⁰van Zijverden 2017, 137.

¹¹¹Berendsen *et al.* 2015, 260.

¹¹²van Geel/ Buurman/ Waterbolk 1996, 453, 454.

¹¹³van Geel/ Buurman/ Waterbolk 1996, 454.

c. Hypothese regionale factoren

Vanaf 2005 waren er verschillende opgravingen in West-Friesland die erg opvallend waren. Vooral de opgraving van Enkhuizen-Kadijken paste niet in het beeld. De vindplaats was gevestigd op een kwelderafzetting en was niet afgedekt met veen. Dat heeft geleidt tot nieuw onderzoek naar de bewoning tijdens de Bronstijd in West-Friesland. Deze onderzoeken hebben geleidt tot het bijstellen van de landschapontwikkelingen en bewoningsmodel in West-Friesland.¹¹⁴

Volgens Van Zijverden (2017) was in oostelijk West-Friesland bewoning in de Midden- en Late-Bronstijd. Tijdens de Bronstijd steeg geleidelijk de zeespiegel waardoor het milieu natter werd in oostelijk West-Friesland. Dit komt niet alleen door de zeespiegelstijging maar ook door de fluctuaties van het waterpeil in het merengebied in het huidige IJsselmeer. In de periode van 1050-900 v. Chr. was er een toename van waterfluctuaties in het merengebied van het huidige IJsselmeer en dat leidde tot toenemende seizoensmatige wateroverlast. Dit is de periode waarin de eerste huisterpen werden opgeworpen. Volgens van Zijverden hebben van Geel *et al.* (1996) mede op grond daarvan geconstateerd dat een klimaatverandering de oorzaak was van het verlaten van West-Friesland in de Late-Bronstijd.¹¹⁵

Volgens de hypothese van van Zijverden was er geen sprake van een klimaatverandering als oorzaak maar was het een lokaal event dat heeft geleidt tot verlaten van de nederzetting.

¹¹⁴van Zijverden 2017, 139.

¹¹⁵van Zijverden 2017, 143,146.

6. Methode

In dit hoofdstuk wordt de methode beschreven die is toegepast voor het onderzoek. Daarnaast wordt gekeken hoe een pollenonderzoek wordt uitgevoerd en hoe een pollendiagram wordt gemaakt.

a. Inleiding

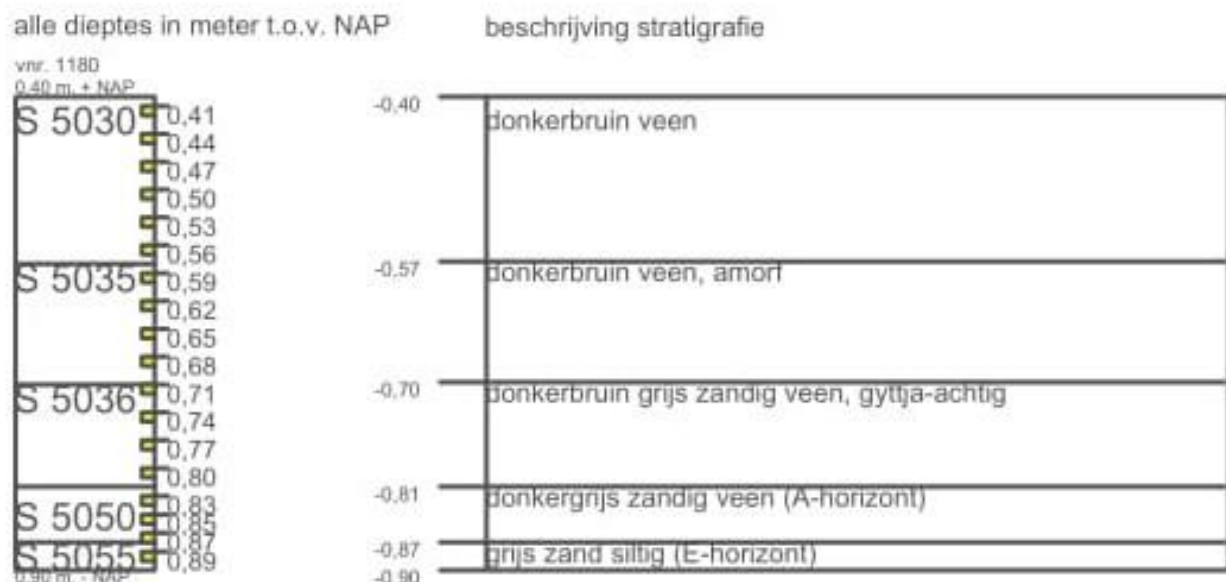
Tijdens de opgraving van 2019 werden er verschillende monsters genomen met als doel om informatie te verkrijgen over hoe het moeras zich ontwikkelde en op welke wijze de vernatting heeft plaatsgevonden. Bovendien kan via pollen en sporen de menselijke invloed op afstand van het moeras worden geregistreerd. Hiervoor is een metalen bak gebruikt voor de monsternamen. De metalen bak heeft een afmeting van 10x10x50 cm. De bak is genomen uit profiel 2704 in put 27 op 17 januari 2019. Deze plek is gekozen omdat hier het natuurlijk bodemprofiel redelijk intact was.¹¹⁶ De bak heeft het vondstnummer 1180 gekregen (zie figuur 11). In bijlage 1 zit een deel van de originele profieltekening.¹¹⁷



FIGUUR 11 HATTEMERBROEK, POLLENBAK IN DE PROFIELWAND. BRON: IN VOORB. ADC. 2021

b. Het profiel

Uit dit profiel zijn er achttien monsters geanalyseerd. De basis van het pakket bestaat uit een E-horizont die bestaat uit een zandig, siltig pakket (zie figuur 12). Het pakket daarop bestaat uit een zandige veenpakket die wordt geïnterpreteerd als een A-horizont. Daarboven is een pakket zandig veen afgezet die bestaat uit een donkerbruin grijs zandige veen, mogelijk een gytja-achtige laag. Daarop zijn twee pakketten veen afgezet. Het eerste veenpakket bestaat uit een B/C horizont die bestaat uit een amorfe veenlaag. Die wordt afgedekt door een andere veenpakket.¹¹⁸



FIGUUR 12 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET BODEMPROFIEL IN PUT 27 MET POSITIE VAN DE ONDERZOCHE POLLEN (GELE BLOKJES).

¹¹⁶Persoonlijke communicatie Femke Vermue, 7 mei 2020.

¹¹⁷Profieltekening ADC, 2019.

¹¹⁸Profieltekening ADC, 2019.

Het profiel komt gedeeltelijk overeen met de top van het ideaalprofiel dat beschreven is in hoofdstuk 4.a. De grijs zandig siltige laag (zie figuur 12) kan worden geïnterpreteerd als de stuifzand laag (zie figuur 6). Het donkerbruin veenpakket kan mogelijk worden geïnterpreteerd als de broekveenpakket die boven de stuifzand laag is afgezet.

c. Pollen

Pollenanalyse is het onderzoek naar stuifmeelkorrels, of pollen, van zaadplanten. Daarbij worden ook de sporen van sporenplanten onderzocht. Stuifmeelkorrels zijn microscopisch klein waarbij de gemiddelde grootte tussen de 25 en 50 µm ligt. Pollen kunnen op basis van morfologische kenmerken op familie en soms op soort worden gedetermineerd.¹¹⁹

Stuifmeel blijft meestal goed geconserveerd als het niet aan lucht wordt blootgesteld. In een moeras kunnen pollen goed bewaard blijven onder de waterspiegel en ook vanwege een lage pH. Hierdoor neemt de biologische activiteit af en blijft de chronologische pollenopbouw intact. Op deze manier worden veranderingen in de lokale vegetatie en ook de pollenregen van de vegetatie in de omgeving vastgelegd.¹²⁰

Binnen de palynologie worden drie herkomstgebieden op verschillende afstand van de pollenbron onderscheiden. Waarbij het aantal pollen bij een toenemende afstand afneemt tot de pollenbron. Het percentage van pollen van lokale herkomst zijn erg hoog. Meestal verschillen de percentages die dicht bij de pollenbron genomen zijn sterk. Het percentage pollen van buiten de directe locatie zijn lager dan de lokale pollenpercentage. Pollen van regionale herkomst zijn in vrij lage percentages in een monster aanwezig.¹²¹

Bij het interpreteren pollenkorrels moet er rekening worden gehouden dat de pollen in verschillende hoeveelheden worden gevormd en op verschillende manieren worden verspreid.¹²² De pollen van sommige soorten wordt door de wind verspreid (anemofiele soorten), deze produceren relatief veel pollen). Zoals pollen van elzen (*Alnus*), eiken (*Quercus*) en beuk (*Fagus*). Entomofiele taxa, waarvan de pollen door insecten wordt verspreid, produceren relatief weinig pollen. Zoals pollen van grote waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*) en wilg (*Salix*).¹²³

Pollen van cultuurgewassen zijn goede indicatoren voor menselijke activiteiten in een bepaalde regio. Zoals het voorkomen van graanplanten en specifiek van gerst (*Secale cereale*) is een duidelijke indicator voor menselijk handelen in het gebied. het voorkomen van gerst is een aanwijzing voor akkerbouw in het gebied.¹²⁴

Het voorkomen van antropogene indicatoren zijn aanwijzingen voor menselijk handelen. Zoals het voorkomen van de smalle weegbree (*Plantago lanceolata*). Smalle weegbree komt tegenwoordig voor in graslanden die worden gebruikt als braakliggende gebieden. Waarschijnlijk kwam de smalle weegbree vroeger ook voor in zulke gebieden.¹²⁵

¹¹⁹Jansen 1974, 11.

¹²⁰van Zijverden/ de Moor 2015, 216.

¹²¹Lohof & Alders 2008, 40.

¹²²Lowe/ Walker 2014, 183.

¹²³Jansen 1974, 21; Lowe & Walker 2014, 190.

¹²⁴Behre 1981, 226.

¹²⁵Behre 1981, 229.

d. Voorbereiding

Het materiaal werd bereid in het laboratorium van de Universiteit van Amsterdam. De bereiding werd uitgevoerd door mevrouw Annemarie Philip. Uit de inhoud van de metalen bak werden achttien monsters genomen (zie figuur 12). Vanaf 1 centimeter met een regelmatige interval van 3 centimeter. Vanaf 83 cm werden er nog vier monsters genomen om de twee centimeter (zie figuur 11). Dit werd gedaan om een even aantal te krijgen dat makkelijker is voor de pollen voorbereiding. De achttien monsters werden in een bakje gedaan en in het laboratorium bewerkt waardoor alleen het stuifmeel en de zogenoemde non-pollen palynomorfen (NPP) overblijven. Om dat te bereiken werden de volgende stappen ondernomen.

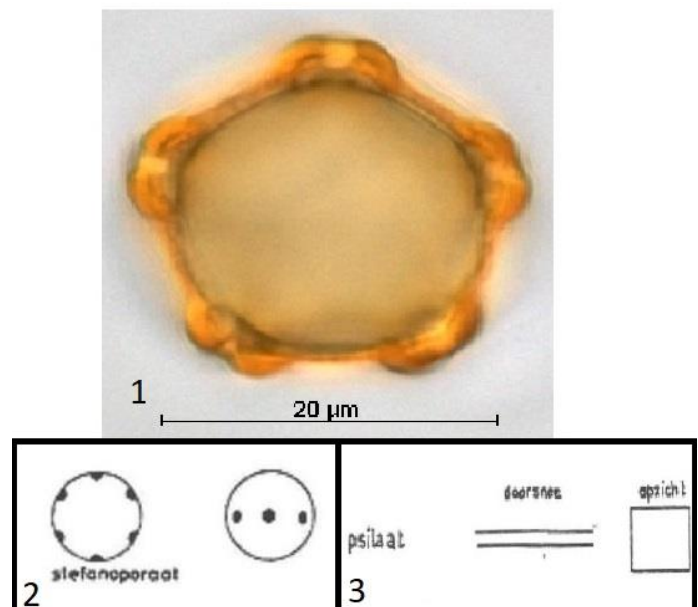
De pollenmonsters werden gekookt in 10% kaliumhydroxide (KOH). Aan elke monster werd een tablet met circa 18.583 Lycopodium-sporen toegevoegd.¹²⁶ Wolfklauwsoort (*Lycopodium*) is een plant die niet in Nederland voorkomt. Aan de hand van de niet voorkomende wolfsklauwsoort is het mogelijk om een pollenconcentratie te berekenen.¹²⁷

Daarna werd het monster gezeefd met een zeef met mazen van 212 µm. Het monster werd in een centrifugebuis gegoten en gecentrifugeerd. Het monster werd daarna schoongemaakt met water en een keer met 96% azijnzuur. Daarna werd het monster verhit in een acetolysmengsel (azijnzuuranhydride en zwavelzuur) gedurende 10 minuten. Het monster werd schoongemaakt met water en vervolgens met 96% ethanol. Het resterende materiaal werd in een residu-buis met enkele druppels glycerol opgenomen. Voor het onderzoek werden er achttien preparaten gemaakt voor analyse.

e. Determinatie

Pollen en sporen werden gedetermineerd met een Leica microscoop met een vergroting tot 4000 maal. De determinatie werd uitgevoerd door morfologische kenmerken (apertuur, structuur, sculptuur) te gebruiken zoals die beschreven zijn door Jansen (1974).

In figuur 13.1 is een polaire aanzicht van een els (*Alnus*) te zien onder een microscoop. Een els is te herkennen aan dat die meestal vijf pori heeft. Een paar wordt ook wel apertuur genoemd. Een apertuur is een opening of een dunne plek in de wand. Pollen worden geclassificeerd op de grond van hun apertuur. Een korrel met een pori wordt een poraat genoemd.¹²⁸



FIGUUR 13 1: POLAIRE AANZICHT VAN EEN ELS (*ALNUS*).
BRON: APSA.ANU.EDU.AU GERAADPLEEGD OP 7 JULI 2020. 2: SCHEMATISCHE TEKENING VAN EEN STEFANOPORAAT. BRON: JANSSEN 1974. 3: SCHEMATISCHE TEKENING VAN EEN PSILAAT POL. BRON: JANSSEN 1974.

¹²⁶Persoonlijke email Annemarie Philip, 16 maart 2020.

¹²⁷van der Linden 2011, 4.

¹²⁸van der Ham *et al.* 1999, 25.

Op grond van het aantal, positie en vorm van aperturen hebben Iversen & Troels-Smith in 1950 een classificatiesysteem voor pollenkorrels opgesteld. Het is mogelijk om bepaalde plantengroepen tot op zekere hoogte mee te determineren. In veel gevallen is het niet mogelijk de families tot soort of geslacht te determineren.¹²⁹ Een korrel met meer dan drie pori wordt een stefanoporaat genoemd (zie figuur 13.2) volgens het Iversen & Troels-Smith classificatiesysteem.¹³⁰

Een ander morfologische kenmerk is de bouw van de wand. De buitenste laag van pollenkorrel wordt de exine genoemd. De exine is in drie lagen te onderscheiden. De buitenste laag van de exine wordt het tectum genoemd. De buitenzijde van het tectum is meestal niet glad, maar voorzien van uitsteeksels, richels, putjes en nog meer. Van een els is de tectum glad, zonder gaatjes en dat wordt ook een psilaat genoemd (zie figuur 13.3).¹³¹

Het determineren van de taxa is gedaan door een vergelijking te maken met de foto's en tekst uit de volgende boeken: Beug (2004)¹³²; Moore/Webb/Collinson (1994)¹³³; Jansen (1974)¹³⁴ en de referentiecollectie die mij ter beschikking is gesteld door de onderzoeksgroep Paleoecologie van de Universiteit van Amsterdam. Bij moeilijke determinaties werd het pollen voorgelegd aan Bas van Geel.

Naast pollen werden ook niet-pollen palynomorfen (NPP's) zoals resten van algen en schimmels gedetermineerd. De determinatie van NPP's is gedaan door uiterlijke kenmerken te vergelijken met de foto's en tekst die beschreven staan in de publicaties van: Van Geel (2002)¹³⁵ en Van Geel & Aptroot (2006)¹³⁶ en bij twijfel werden de objecten voorgelegd aan Bas van Geel.

¹²⁹van der Ham *et al.* 1999, 26.

¹³⁰van der Ham *et al.* 1999, 32.

¹³¹van der Ham *et al.* 1999, 24.

¹³²Beug 2004.

¹³³Moore/ Webb/ Collinson 1994.

¹³⁴Jansen 1974.

¹³⁵van Geel 2002.

¹³⁶van Geel/ Aptroot 2006.

f. Pollensom en C2

Om een betrouwbaar resultaat te krijgen werden per monster er minimaal 300 stuifmeelkorrels bekeken. Voor dit onderzoek is gekozen om de Iversen-pollensom toe te passen. In een Iversen-pollensom worden de percentages van het pollen berekend ten opzichte van de som van het pollen van bomen, struiken en droge kruiden, de zogenaamde pollensom. Daarbij wordt de pollensom op 100 % gesteld. Bovendien wordt hierbij de verhouding tussen AP (arboreal pollen - boompollen) en NAP (non-arboreal pollen - 'regionale kruiden') berekend.¹³⁷ De verhouding tussen AP en NAP geeft inzicht in de openheid maar zegt niets over de verdeling van bos- en kruidenvegetaties in de ruimte.¹³⁸

De data werd ingevoerd in de opensource software C2¹³⁹. Deze software is ontworpen voor het grafisch weergeven van paleontologische gegevens en metagegevens. C2 wordt gebruikt in de palynologie om de analysegegevens te verwerken tot diagrammen.¹⁴⁰ De pollentypen werden ingedeeld in zes verschillende ecologische groepen.

Na dat er gebruik is gemaakt het programma werden drie pollendiagrammen (zie bijlage 2) gemaakt waarin de taxa worden aangegeven in percentages. Het eerste pollendiagram toont: bomen, struiken en indicatoren die duiden op menselijk invloed. Het tweede diagram omvat moerasplanten, waterplanten, diverse planten, en varens en mossen. Het derde diagram geeft de AP/NAP verhouding weer.

Door de indeling van de diagrammen zijn de overgangen in de vegetatie duidelijk terug te zien in het pollendiagram. In het volgende hoofdstuk wordt beschreven hoe de resultaten worden geïnterpreteerd.

¹³⁷Jansen 35.

¹³⁸van Zijverden/ de Moor 2015, 218.

¹³⁹www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins/software/C2Home.htm geraadpleegd op 7 juli 2020.

¹⁴⁰www.tilait.com geraadpleegd op 7 juli 2020.

7. Resultaten pollenonderzoek

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het onderzoek weergegeven en geïnterpreteerd. Echter, op deze plaats moet worden gemeld dat het virus COVID-19 het onderzoek heeft belemmerd. Hierdoor was het niet mogelijk toegang te krijgen tot specifieke literatuur zoals de Nederlandse Oecologische Flora.¹⁴¹ De ecologische interpretatie is grotendeels gebaseerd op archeologische rapporten met name van BIAx¹⁴² en betrouwbare websites (bijvoorbeeld www.floravannederland.nl¹⁴³ en www.geologievannederland.nl¹⁴⁴).

De website www.floravannederland.nl¹⁴⁵ is betrouwbaar omdat de flora van Nederland grotendeels gebaseerd is op de indelingen van plantengemeenschappen die beschreven is door Victor Westhoff en Joop Schaminée. Ook is er gebruik gemaakt van de volgende publicaties: de Nederlandse Oecologische Flora¹⁴⁶, Heukels' Flora van Nederland¹⁴⁷, Heukels' Flora van Nederland¹⁴⁸ en geïllustreerde flora van Nederland¹⁴⁹.

De website www.geologievannederland.nl¹⁵⁰ is betrouwbaar omdat de volgende instanties hebben geholpen tot het maken van de website. Dat zijn: Naturalis¹⁵¹, TNO Bouw en Ondergrond¹⁵², Vrije Universiteit Amsterdam¹⁵³ en Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap (KNAG)¹⁵⁴.

¹⁴¹Weeda, 2003.

¹⁴²van der Linden, 2011; Vermeer/ Hänninen/ van Smeerdijk, 2005/ van der Meer/ den Ouden, 2007; Kooistra, 2006; van Beurden, 2008.

¹⁴³www.floravannederland.nl geraadpleegd op 16 juni 2020.

¹⁴⁴www.geologievannederland.nl geraadpleegd op 16 juni 2020.

¹⁴⁵www.floravannederland.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

¹⁴⁶Weeda, 2003.

¹⁴⁷Van der Meijden, 2005.

¹⁴⁸Duistermaat, 2020.

¹⁴⁹Heimans/ Heinsius/ Thijssse, 1994.

¹⁵⁰www.geologievannederland.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

¹⁵¹www.naturalis.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

¹⁵²www.tno.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

¹⁵³www.vu.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

¹⁵⁴www.geografie.nl/knag geraadpleegd op 7 juli 2020.

a. Inleiding

Het doel van het pollenonderzoek is om informatie te krijgen over de wijze waarop de lokale vernatting heeft plaatsgevonden en daarbij de menselijke invloed op de vegetatie te reconstrueren. Hierbij wordt gekeken naar de vegetatieontwikkeling en wordt onderscheid gemaakt tussen lokale vegetatie en regionale vegetatie. Lokale vegetatie is de vegetatie die dichtbij, rondom de monsterlocatie aanwezig was. Regionale vegetatie komt van verder weg; mogelijk binnen een paar honderd meter van de monsterlocatie. De percentages van lokale vegetatie zullen waarschijnlijk veel hoger zijn dan die van regionale vegetatie.¹⁵⁵

b. Datering en interpretatie

De aanwezigheid van de beuk (*Fagus*) en haagbeuk (*Carpinus*) duiden op een datering van in ieder geval na 1000 v. Chr. (Midden-Bronstijd).¹⁵⁶ De haagbeuk (*Carpinus*) maakte zijn entree in Nederland in de Late-IJzertijd.¹⁵⁷ Op grond van de aanwezige taxa kan worden geconcludeerd dat de basis van het diagram (zie bijlage 2) een datering heeft op de overgang van de Late-Bronstijd naar de Vroege-IJzertijd. Het diagram is in vier zones verdeeld. In de derde zone kan nog een subzonering worden onderscheiden.

c. Zone 1

Zone 1 laat een relatief hoog boompollenpercentage zien van ruim 60% (zie bijlage 2). Dat betekent dat er waarschijnlijk sprake was van een bosrijke vegetatie. Mogelijk waren er open plekken in het bos of was sprake van een bosrandsituatie. Op de lagere delen was de zwarte els (*Alnus glutinosa*) dominant en op de hogere delen groeide de eik (*Quercus*), samen met hazelaar (*Corylus*) en berk (*Betula*).

De vegetatie van kruidachtige soorten laat een relatief hoog percentage zien van heide (Ericaceae) en grassen (Poaceae) die beiden percentages hebben tussen 15% en 20%. Cypergrassen (Cyperaceae), waaronder de zegge-soorten vallen hebben relatief lage percentages. Hoogst waarschijnlijk was de struikheide (*Calluna vulgaris*) dominant in de heide-vegetatie. Struikheide groeit op stikstofarme en fosfaatarme droge en zure zandige bodems.¹⁵⁸ Waarschijnlijk kwam de heide-vegetatie voor op de open plekken in het bos.

Daar waar de heide dominant was groeiden geen bomen. Op grond van het percentage Ericales was er heide - naast akkers - op de hogere gronden in de buurt van de nederzetting. Die heide was een antropogeen vegetatietype. Met andere woorden: zonder antropogene invloed zou er geen heide zijn maar bos. Onder invloed van de mens, vanaf het Neolithicum, heeft struikheide in Nederland zich flink uitgebreid. Struikheide kon zich uitbreiden doordat bos werd gekapt voor de aanleg van akkers. De akkers werden na uitputting als weilanden gebruikt. Pollen van struikheide is een aanwijzing voor uitputting van de bodem in combinatie met begrazingsdruk.¹⁵⁹

¹⁵⁵Lohof / Alders 2008, 39.

¹⁵⁶www.geologievannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

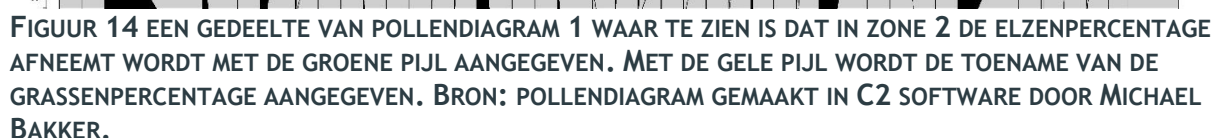
¹⁵⁷Lohof / Alders 2008, 41.

¹⁵⁸www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

¹⁵⁹Lohof / Alders 2008, 42,43.

In de monsters is veel pollen van indicatoren voor menselijke invloed aangetroffen. Dat betreft onder meer pollen van granen, smalle weegbree en de ranonkelfamilie. Het landschap dat door de mens werd gebruikt bestond waarschijnlijk uit akkers en vochtige weide in de buurt van het moeras van de monster-locatie.¹⁶¹

Het boompollenpercentage nam in zone 2 af tot minimaal 40%. De afname van boompollen is het sterkst te zien in het elzenpercentage dat afnam tot ongeveer 20% (zie figuur 14). Vanaf een diepte van 25 cm neemt de elzen-curve toe met een piek tegen het einde van de zone. De toename van elzen vond plaats nadat de wilg (*Salix*) zijn entree maakt in het gebied. Wilg wordt voornamelijk door insecten bestoven, waardoor de pollenproductie wat lager ligt dan bij door wind bestoven soorten. Dat betekent dat wilgen in het gebied voorkwamen. Echter, wilgen zijn vaak pioniers op vochtige gronden.¹⁶² Dit is dan ook de periode dat het regionaal natter begint te worden. De grassenpercentages begonnen te stijgen tot circa 40% (zie figuur 14). In deze periode nam de moerasvegetatie toe. De toename van grassen is te koppelen aan wat hier boven is beschreven.

water.¹⁶³

¹⁶¹Behre 1981, 222, 223.

¹⁶³van Geel 2001, 3, 5, 13.

Riet kan zeker een grote rol gespeeld hebben, afgaand op de hoge percentages van graspollen, maar toch houdt het hoge percentage gras en de aanwezigheid van verschillende akkeronkruid vrijwel zeker vooral verband met intensiever agrarisch gebruik. In het monster zijn er aanwijzingen voor intensievere akkerbouw door een toename van granen (*Cerealia*) en enkele pollenkorrels van rogge (*Secale cereale*). Granen verspreiden hun stuifmeel niet over grote afstanden. Mogelijk heeft er in de directe omgeving van de monsterlocatie een akker gelegen. Het verbouwen van rogge gebeurde pas vanaf de Romeinse tijd.¹⁶⁴

In de monsters werd stuifmeel van onkruiden aangetroffen, zoals de ganzenvoet (*Chenopodiaceae*) en anjerfamilie (*Caryophyllaceae*) die voorkomen in graanvelden, zoals roggeakkers.¹⁶⁵ De aanwezigheid van zwart hauwmos (*Anthoceros punctatus*) is tekenend voor lemige akkers. Maar het zwarte hauwmos komt ook voor op opengetrapte, natte plekken in weilanden.¹⁶⁶ In het grasland stonden verschillende kruidachtige soorten waaronder vertegenwoordigers van de ranonkelfamilie (*Ranunculaceae*), schapenzuring (*Rumex acetosella*) en composieten (*Asteraceae*). De aanwezigheid van bijvoet (*Artemisia*) in combinatie met smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) duiden op open grasland.

In het veld zijn meerdere erosiegeulen aangetroffen die van de dekzandrug richting de IJsseldal stromen.¹⁶⁷ De erosiegeulen in combinatie met de toenemende vernatting zijn mogelijk te koppelen aan het Vlie event. Nadat het Vlie is ontstaan daalde de grondwaterspiegel. Dit heeft geleid tot het oxideren van het veen waardoor een hiaat is gecreëerd in de opbouw van het veen. Dit event heeft plaatsgevonden op de overgang naar de Late-IJzertijd. In deze zone zijn stuifmeelkorrels van de haagbeuk aangetroffen die ook wijzen op een datering vanaf de Late-IJzertijd. In deze zone begon het lokaal en regionaal natter te worden. Afgaand op indicatoren voor menselijke invloed zoals graan en het zwarte hauwmos kunnen we afleiden dat de vernatting niet heeft geleid tot het wegtrekken van mensen.

Door een verlaging in de grondwaterspiegel kon het veen oxideren. De verandering in de waterhuishouding is te koppelen aan het ontstaan van de Vliestroom. Door het openbreken van de Vliestroom kon het plassengebied leeglopen. Dit heeft geleid tot een verlaging van de grondwaterspiegel. Doordat de grondwaterspiegel zakte kon het veen oxideren en ontstond er een goed doorlatende ondergrond met een organisch rijke bovengrond.¹⁶⁸

Vanwege de verandering van de waterhuishouding met het openbreken van het Vlie en het verbouwen van rogge, dat gebeurde vanaf de Romeinse Tijd, is het mogelijk om dit niveau te plaatsen op de overgang van de Late-IJzertijd naar de Romeinse Tijd.

¹⁶⁴Vermeeren/ Hänninen/ van Smeerdijk 2005, 8.

¹⁶⁵www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

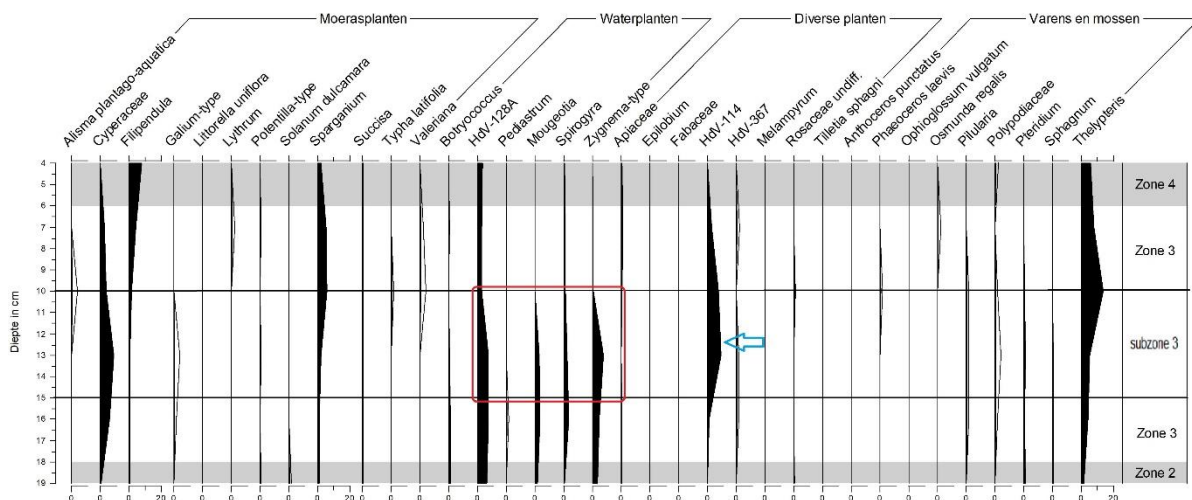
¹⁶⁶Kooistra 2006, 5.

¹⁶⁷Persoonlijke communicatie Femke Vermue, 7 mei 2020.

¹⁶⁸Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 64.

e. Subzone 3

Tussen de 10 en 15 cm diepte in het profiel begon het lokaal natter te worden. Door een verandering van de waterhuishouding kon veenvorming opnieuw optreden in het gebied. Met andere woorden: de organische productie werd groter dan de afbraak van organisch materiaal. Een tweede factor die belangrijk is voor veengroei zijn de stabiele milieuomstandigheden. Hiervoor moet de plas niet dieper zijn dan een paar meter en het water moet rustig tot stilstaand zijn.¹⁶⁹ Onder deze omstandigheden kon het veen zich verder uitbreiden. De toename van grassen (Poaceae) en egelskop (*Sparganium*) en een afname van elzenpollen kunnen worden geïnterpreteerd als een vernattingfase.¹⁷⁰ In figuur 15 is te zien dat in deze zone de waterplanten toenamen en uiteindelijk in de top van de zone afnamen.



FIGUUR 15 EEN GEDEELTE VAN EEN Aangepaste POLLENDIAGRAM 2 WAAR TE ZIEN IS DAT IN SUBZONE 3 DE WATERPLANTEN TOENEMEN (IN HET RODE OMLIJNDE BLOK) MET DE BLAUWE PIJL WORDT DE HdV-114 AANGEGEVEN. BRON: POLLENDIAGRAM GEMAAKT IN C2 SOFTWARE DOOR MICHAEL BAKKER.

In de top van de zone is te zien dat *HdV-114* toenam (zie figuur 15 met de blauwe pijl aangegeven). *HdV-114* micro-fossielen zijn afkomstig van transportvaten die bij elzen, hazelaar en gagel voorkomen. Ze komen vrij wanneer het hout sterk vergaan is.¹⁷¹ Elzen zijn erg gevoelig voor fluctuaties in de waterhuishouding. Waarschijnlijk heeft de vernatting geleid tot het verdrinken van elzen en daarmee tot de afname van elzenpollen.

f. Zone 3

In deze zone nam het boompollen toe tot circa 70% (zie bijlage 2). De intensiteit van menselijke invloed begon af te nemen. De pollencurve van de eik begon in deze periode toe te nemen wat opvallend is. Vanaf 17 cm nam de eiken-curve toe met een piek tot 17%. Eiken groeien meestal op drogere standplaatsen terwijl het regionaal juist natter begon te worden. Waarschijnlijk komt het eiken pollen van verder af. Het is mogelijk dat de toename van eiken kan worden gekoppeld aan het verlaten van de nederzetting en het herstel van een eikenbos op de hogere gronden. Nadat de eik zijn piek heeft bereikt nam het percentage af tot 10%. Op het moment dat de eik afnam steeg de elzen-curve met een piek van 44% tegen het einde van de zone.

¹⁶⁹Stouthamer/ Cohen/ Hoek 2015, 240,242,243.

¹⁷⁰van Beurden 2008, 22.

¹⁷¹Pals/ van Geel/ Delfos 1980, 403.

Lokaal begon het moeras te verlanden met de toename van cypergrassen en afname van waterplanten. Vanaf een diepte van 10 cm begon er een afwisseling van een open water fase naar een verlanding met moerasvegetatie. In het monster werden enkele stuifmeelkorrels van de grote waterweegbree (*Alisma plantago-aquatica*) aangetroffen. De grote waterweegbree is een pioniersplant die langs oevers voorkomt die soms droogvallen. De grote waterweegbree wordt door insecten bestoven en kwam waarschijnlijk lokaal voor in het gebied.¹⁷² De lokale kruiden vegetatie bestond waarschijnlijk uit moerasvarens (*Thelypteris palustris*), egelskop (*Sparganium*), moerasspirea (*Filipendula ulmaria*, zie figuur 16). Vanaf ongeveer 10 cm begon het elzenbos te herstellen met veel moerasvarens in de kruidlaag.

In de monsters zijn nog wel indicatoren voor menselijk invloed aangetroffen, maar minder dan in de zones ervoor. Waarschijnlijk heeft men de nederzetting verlaten maar zijn de bewoners in de regio gebleven. Die conclusie kan worden getrokken uit de combinatie van composieten (Asteraceae liguliflorae), bijvoet (*Artemisia*) en ganzenvoet (Chenopodiaceae). Deze kruidachtige vegetatie komt tegenwoordig voor op braakliggende, natte en voedselrijke graslanden.¹⁷³ In deze zone zijn enkele korrels van granen (Cerealia) aangetroffen met één korrel van rogge (*Secale cereale*).

Op de overgang van zone 2 naar zone 3 heeft er een vernatting plaatsgevonden. Die conclusie kan worden getrokken vanwege de toename van waterplanten. Waarschijnlijk was er sprake van een open water fase wat het eerste stadium is van een verlandingsproces. Na de open water fase begonnen de waterplanten af te nemen en kwam er meer moerasvegetaties voor.

Lohof *et al.* (2011) beweren dat door de ontwatering van het Vlie, ontwatering heeft plaatsgevonden die het gebied voor enige tijd geschikt maakte voor bewoning en akkerbouw. Vanaf de Romeinse tijd zette de veenvorming hernieuwd in.¹⁷⁴ Tijdens deze zone begonnen de indicatoren voor menselijke invloed af te nemen, maar zijn de mensen wel de in de regio gebleven. Op basis wat Lohof *et al.* (2011) beweren kan zone 3 waarschijnlijk worden geplaatst in de Romeinse Tijd.



FIGUUR 16 EEN FOTO VAN EEN MOERASSPIREA (*FILIPENDULA ULMARIA*). BRON: WWW.WILDEPLANTEN.NL GERAADPLEEGD OP 7 JULI 2020. DE FOTO IS GEMAAKT DOOR KLAAS DIJKSTRA.

¹⁷²www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

¹⁷³www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

¹⁷⁴Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 518,519.

g. Zone 4

Zone 4 vertegenwoordigt een periode waarin het veen ging uitbreiden. Elzen waren erg dominant maar vanaf zone 3 is er meer den (*Pinus*) aangetroffen in het monster. Mogelijk kwamen de dennen van verder omdat dennen op drogere standplaatsen groeien dan elzen. Lokaal kwamen er wilgen (*Salix*) en sporkehout (*Rhamnus frangula*) voor in het gebied. Beide worden door insecten bestoven en komen voor in bosranden en op vochtige gronden.¹⁷⁵ Hierdoor kan het lokale gebied mogelijk worden geïnterpreteerd als een bosrandsituatie.

Wat erg opvalt in zone 4 is het hoge percentage stuifmeel van moerasspirea (*Fillipendula ulmaria*) in de top van de zone. Moerasspirea is een soort die voorkomt langs randen van bossen en hogere waterkanten. Tevens kan de soort ook voorkomen in graslanden, laagveenmoerassen of in uiterwaarden. Op plekken waar in de winter het grondwater boven het maaiveld komt en in de zomer net daaronder.¹⁷⁶ Mogelijk kwam moerasspirea lokaal in het gebied voor. Hoewel moerasspirea door insecten wordt bestoven, worden er toch relatief veel stuifmeelkorrels geproduceerd. Waardoor moerasspirea over gerepresenteerd is.¹⁷⁷

In zone 4 worden meer indicatoren voor menselijke invloed gevonden dan zone 3. De granen (*Cereal*) nemen toe in deze zone, waarschijnlijk waren er graanvelden in het gebied. In deze periode nam pollen van de ranonkelfamilie (*Ranunculaceae*) en composieten (*Asteraceae tubuliflorae*) toe. Vertegenwoordigers van deze familie worden door insecten bestoven en kwamen waarschijnlijk lokaal in het gebied voor in voedselrijke en vochtige graslanden.¹⁷⁸ In combinatie met grassen (*Poaceae*) kan worden geconcludeerd dat het gebied een grasland was.

In deze zone zijn geen goede indicatoren aangetroffen om een datering te geven. Mogelijk valt dit niveau nog onder de veenvorming die door ging tot in de Vroege-Middeleeuwen. Vanaf het begin van de Middeleeuwen is men begonnen met ontginnen van het broekbos dat plaats maakte voor een nat grasland. Hierdoor nam het aandeel van bomen af, terwijl de antropogene indicatoren toenamen.¹⁷⁹ In het monster zijn geen antropogene indicatoren aangetroffen die een datering toelaten; waarschijnlijk valt de datering van deze zone in de Midden-Romeinse Tijd of Laat-Romeinse Tijd.

¹⁷⁵www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

¹⁷⁶Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 211.

¹⁷⁷Jansen 1974, 21.

¹⁷⁸www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

¹⁷⁹Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 519.

h. Conclusie

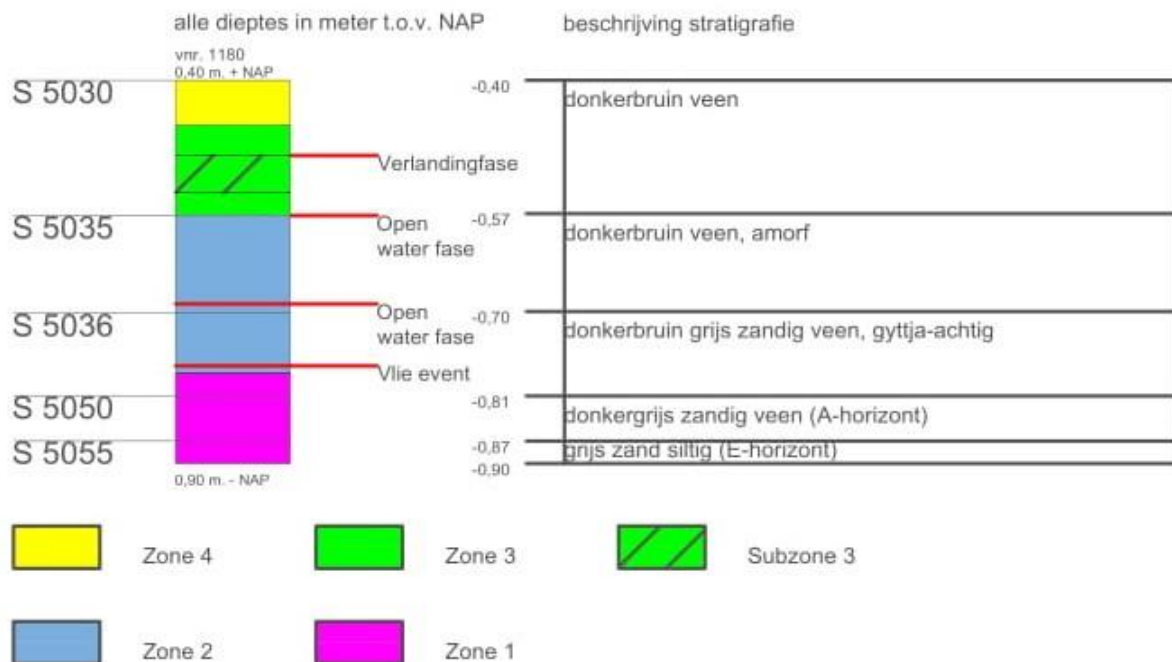
Het pollenonderzoek van het veenprofiel in put 27 heeft waardevolle informatie opgeleverd. In figuur 17 is een schematische weergave gemaakt van het pollenprofiel.

Over het hele profiel is er sprake van twee vernattingsfasen, waarvan één fase door oxidatie is verdwenen. In het hele diagram zijn indicatoren aangetroffen voor menselijke activiteiten. Mogelijk was er sprake van akkerbouw (granen) en veehouderij. De akkers en weilanden waren stikstofrijk en vochtig. De vegetatie van de hogere gronden bestond behalve uit akkers en weidegrond uit zure, droge voedselarme heide.

De grondwaterspiegel heeft sterk gefluctueerd over het hele profiel en het gebied was grotendeels relatief erg nat. Aan de basis van de monsterserie was er sprake van een nat te weide. Vervolgens verslechterde de waterhuishouding en ontstond er lokaal een open water fase.

Vanaf 400 v. Chr. veranderde de waterhuishouding door het openbreken van het Vlie wat heeft geleid tot het zakken van het grondwaterspiegel en oxidatie van het veen. Hierdoor is er een hiaat gecreëerd in de opbouw van de veen. Mogelijk is hierbij de eerste vernattingfase geoxideerd. Dit is de periode waarin men het landschap intensief heeft gebruikt. Het is mogelijk dat het veen geschikt was voor intensief agrarische gebruik op basis van Lohof *et al.* (2011). Deze periode heeft niet al te lang geduurd want de veenvorming trad opnieuw in.

Dit begon met een open water fase. Na de open water fase trad verlanding op. Met een toename van cypergrassen en moerasvegetatie bestaande uit moerasvarens en moerasspirea. De belangrijkste boomsoorten die voorkwamen in het gebied waren elzen. De lage vegetatie bestond grotendeels uit grassen en moerasspirea. Waarschijnlijk gaat het om een elzenbroekbos, terwijl de dekzandrug een open plek was in het bos waar heide groeide.



FIGUUR 17 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET PROFIEL MET LIJNEN AANGEGEVEN WANNEER SPRAKE WAS VAN BEPAALDE EVENTS MET EEN SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET BODEMPROFIEL.

8. Vergelijking met eerder uitgevoerd onderzoek

In dit hoofdstuk wordt het pollenonderzoek van Hattemerbroek Noord vergeleken met eerder uitgevoerd pollen- en macroresten-onderzoek in Hattemerbroek. Dit werd gedaan door het onderzoek te vergelijken met rapporten van Henk van Haaster die zijn opgenomen in de volgende publicaties: Lohof & Alders (2008); Lohof *et al.* (2011) en Hamburg *et al.* (2011). Hierdoor was het mogelijk om nog specifiekere inzicht te krijgen in de vegetatie die lokaal en regionaal in het gebied voorkwamen. In figuur 18 zijn de locaties van de verschillende monsters in aangegeven.

a. Onderzoek 1

In het rapport van Lohof *et al.* (2011) zijn twee pollenprofielen (B02-1187 en B01-1194) beschreven die een ontwikkeling laten zien van het Vroeg-Mesolithicum tot in de Middeleeuwen. Voor dit onderzoek wordt het Mesolithicum en Neolithicum buiten beschouwing gelaten.

Vanaf 1400 v. Chr. maakt het elzenbroekbos langzaam plaats voor rietvegetatie. Mogelijk heeft dit te maken met sluiten van het Zeegat van Bergen. Dat event vond plaats in de Midden-Bronstijd. Nadat de rietvegetatie dominant werd in het gebied hebben er lokaal opvallende gebeurtenissen plaatsgevonden. Het verdrongen elzenbroekbos leek eerst te herstellen maar in de Vroege- of Midden-IJzertijd kreeg riet-zegge-vegetatie weer de overhand. Het herstel en verdwijnen van het elzenbos heeft te maken met veranderingen in de grondwaterspiegel. Vanaf het begin van de jaartelling werd het elzenbroek weer dominant. Maar kan niet alle fluctuaties kunnen daarmee verklaard worden. Mogelijk traden er veranderingen op in de afvoer van de Overijsselse Vecht.¹⁸⁰

In de IJzertijd/ Romeinse Tijd was er sprake van menselijke activiteiten in de omgeving. Waarschijnlijk was dat op de hogere gelegen gronden. Die gronden werden waarschijnlijk voor akkerbouw gebruikt gezien het voorkomen van graan pollen. Vanaf de Middeleeuwen nam het aandeel boompollen af. Tegelijk namen de antropogene indicatoren toe. Mogelijk werd het beekdal ontgonnen en maakte het broekbos plaats voor een nat grasland. Op de hogere gronden was er nog sprake van akkerbouw.¹⁸¹

¹⁸⁰Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 461,462.

¹⁸¹Lohof/ Hamburg/ Flamman 2011, 462.

b. Onderzoek 2

In het rapport van Hamburg *et al.* (2011) werd er pollen- en macrobotanisch onderzoek verricht aan de vulling van een waterkuil uit de Vroege- en Midden-Bronstijd.¹⁸² Bij dit onderzoek werden drie monsterbakken (v. 6,495; v. 6,496; v. 6,497) onderzocht.

De onderste vulling van de waterkuil werd onderzocht op macroresten. In deze vulling werden zaden van zwarte nachtschade (*Solanum nigrum*), melganzevoet (*Chenopodium album*) en beklierde duizendknoop (*Persicaria lapathifolia*) aangetroffen.¹⁸³ Deze soorten komen voor op natte, voedselrijke, stikstofrijke en opgewerkte grond. Deze soorten komen ook voor als onkruid in akkers.¹⁸⁴ In het monster werden ook resten aangetroffen van soorten uit heidevegetaties. Die bestonden uit resten van pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), pilzegge (*Carex pilulifera*), struikheide (*Calluna vulgaris*) en tormentil (*Potentilla erecta*). Deze soorten komen voor in grazige heidevelden waar de bodem verstoord is. Mogelijk kwam dit type heide op de dekzandruggen voor.

In de waterkuil zijn resten van eikels gevonden. Hieruit is te concluderen dat er eiken in de omgeving van de monsterlocatie aanwezig waren. In de loop van de tijd begon het bos te verdwijnen en kreeg het landschap een open karakter. De bossen begonnen plaats te maken voor heide. De begrazing begon toe te nemen in deze periode.¹⁸⁵

Van de bronstijdnederzetting werd er een groot aantal macrorestenmonsters genomen. De monsters werden uit verschillende sporen genomen zoals spiekers, waterkuilen en huisplattengronden. In de monsters zijn resten van graan aangetroffen. Het gaat om emmertarwe (*Triticum dicoccon*), bedekte gerst (*Hordeum vulgare*), naakte gerst (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), pluimgierst (*Panicum miliaceum*) en zaden van huttentut (cf. *Camelina sativa*). Al deze macroresten komen voor in de Bronstijd. Al vindt er tijdens de Bronstijd een overgang plaats van naakte naar bedekte gerst. Waarom dit precies gebeurde is nog niet bekend. Mogelijk is bedekte gerst beter bestand tegen natte groeiomstandigheden.¹⁸⁶

In paalkuilen van spiekers werden resten van emmertarwe en gerst aangetroffen. Waarschijnlijk werden deze granen lokaal op de dekzandrug verbouwd. Naast granen werden er resten van gebruiksplanten gevonden. Dat waren raapzaad (*Brassica rapa*), braam (*Rubus fruticosus*), hazelnoot (*Corylus avellana*), roos (*Rosa*) en sleedoorn (*Prunus spinosa*). Raapzaad kan verbouwd zijn in de nederzetting, maar zaden van deze soorten kunnen ook van wilde planten komen.¹⁸⁷

In een van de waterkuilen werden meerdere zaden van boterbloemen (*Ranunculus*) aangetroffen. Deze zaden kon niet op soort worden gedetermineerd maar waarschijnlijk zijn ze afkomstig van kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*) en ook van de scherpe boterbloem (*Ranunculus acris*). Beide soorten komen voor in graslanden. Boterbloemen krijgt snel de overhand in begraasde graslanden omdat ze door vee nauwelijks worden gegeten.¹⁸⁸

¹⁸²Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 427.

¹⁸³Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 439.

¹⁸⁴www.floravannederland.nl geraadpleegd op 17 mei 2020.

¹⁸⁵Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 440.

¹⁸⁶Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 442.

¹⁸⁷Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 443.

¹⁸⁸Hamburg/ Lohof/ Quadflieg 2011, 447.

c. Onderzoek 3

Voor het onderzoek van Lohof & Alders (2008) zijn twee pollenmonsters (vnr. 53 + 54) en verschillende macrobotanische monsters genomen. De macrobotanische monsters hebben geen duidelijke informatie opgeleverd die te koppelen is aan de Brons- en IJzertijd.¹⁸⁹

De resultaten van het pollenonderzoek komen gedeeltelijk overeen met het Hattemerbroek Noord onderzoek. De pollen spectra werden gedomineerd door struikheide in combinatie met sporen van veenmos (*Sphagnum*). Daarnaast werden er pollen van blauwe knoop (*Succisa pratensis*) en van andere planten gevonden die kenmerkend zijn voor vochtige veen-, heide- en graslandvegetaties op zure voedselarme bodems. In alle monsters werd pollen van granen aangetroffen, in de meeste gevallen ging het om gerst (*Hordeum*) en tarwe/haver (*Avena/Triticum*). Ook werden ook enkele pollenkorrels van rogge gevonden.¹⁹⁰

Waarschijnlijk bestond de vegetatie op de hogere gronden uit droge graslanden waar struikheide deel van uitmaakte. In het monster zijn indicatoren voor menselijke invloeden aangetroffen, met name granen (*Cerealia*), smalle weegbree (*Plantago lanceolata*) en veldzuring (*Rumex acetosa*).¹⁹¹

Door een stijging in de waterspiegel trad veenvorming op. De stijging van pollen van bomen die groeien op drogere gronden is opvallend in spoor 3100. Mogelijk is dat te verklaren vanwege het verlaten van de nederzetting, waardoor het bos zich kon herstellen. In dit spoor werden geen indicatoren aangetroffen voor menselijke activiteiten. In spoor 3300 werd de lokale vegetaties gedomineerd door grassen en cypergrassen (zeggen). Het milieu werd natter, getuige de aanwezigheid van diverse algen (*Botryococcus* en *HdV-128A*) en verschillende Zygnemataceae (*Spirogyra*, *Zygnema*-type) die wijzen op ondiep stilstaand water. Ook werden indicatoren voor menselijke invloed aangetroffen, met name pollen van alsem (*Artemisia*), klaproos (*Papaver rhoeas* type), gewone spurrie (*Spergula arvensis*) en smalle weegbree. Ook nam de stuikheide toe in deze periode. Dit spoor is te plaatsen in de Midden- en Late-IJzertijd.¹⁹²

In spoor 3000 nam het boompollen toe tot 75%. Dat kwam door de toename van pollen van elzen en berken. Op dit niveau zijn geen antropogene indicatoren aangetroffen. Mogelijk waren er geen menselijke activiteiten in de omgeving in deze periode. Dit niveau wordt geplaatst in de Vroege-Middeleeuwen. In de top van het spoor werden zes pollenkorrels van rogge gevonden. Mogelijk werd er op grotere afstand rogge verbouwd.¹⁹³

¹⁸⁹Lohof / Alders 2008, 39.

¹⁹⁰Lohof / Alders 2008, 41.

¹⁹¹Lohof / Alders 2008, 43.

¹⁹²Lohof / Alders 2008, 43,44.

¹⁹³Lohof / Alders 2008, 44.

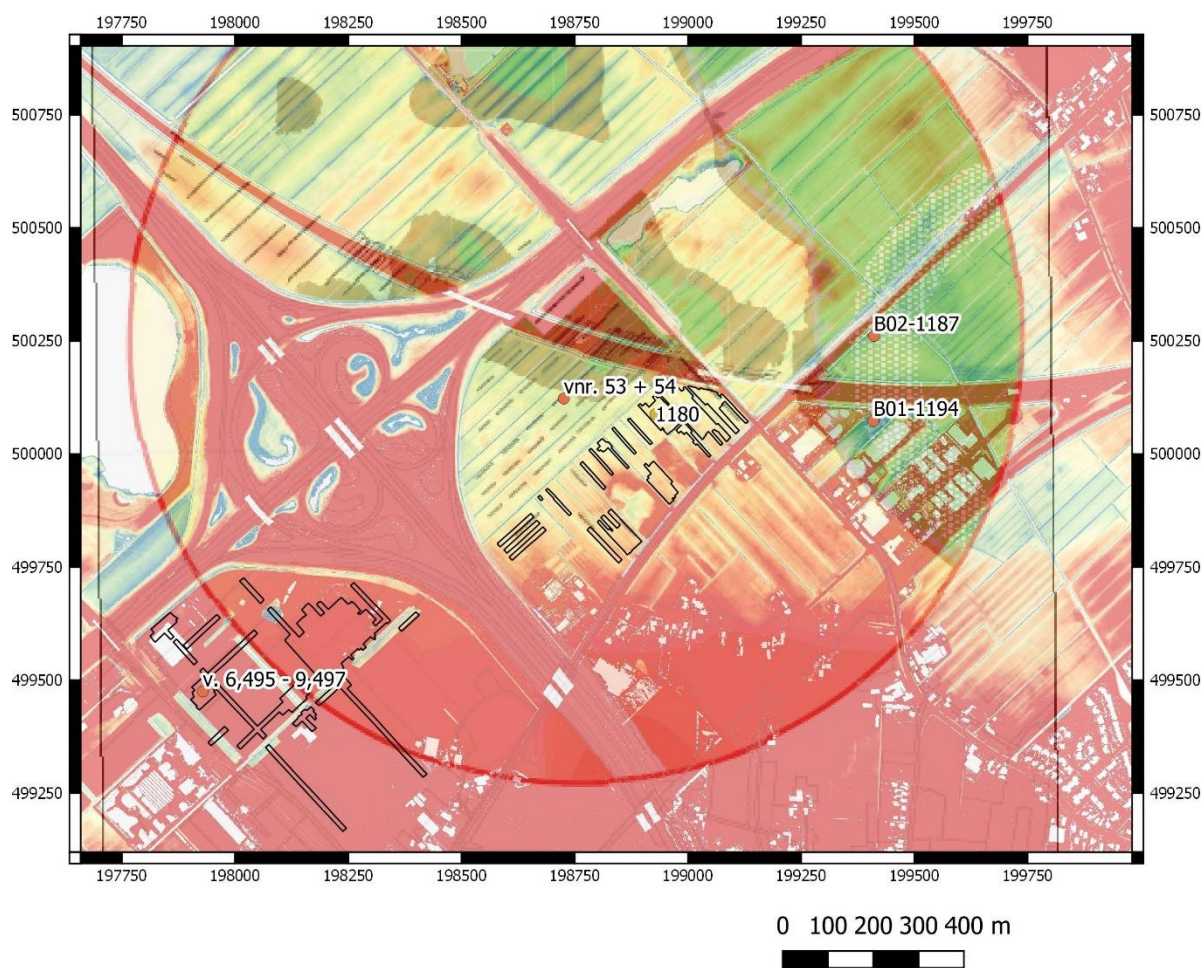
d. Conclusie

Met het onderzoek werd het mogelijk om een beter inzicht te krijgen in de vegetatie in het gebied van Hattemerbroek Noord en de resultaten te vergelijken met eerder uitgevoerd onderzoek. De fluctuaties naar riet-zegge-vegetaties waren in het onderzoek van bedrijven terrein Hattemerbroek Noord niet duidelijk zichtbaar in het diagram. Mogelijk zal verder onderzoek worden gedaan naar wat heeft geleid tot de verschillende elzenbroek fluctuaties.

Het macrobotanische onderzoek maakte het mogelijk om bepaalde typen vegetaties te koppelen aan het pollenonderzoek van Hattemerbroek Noord. Mogelijk kwamen op de heidegronden dezelfde soorten voor die zijn aangetroffen in de vulling van de waterkuil. Dat betreft pijpenstrootje (*Molinia caerulea*), pilzegge (*Carex pilulifera*), struikheide (*Calluna vulgaris*) en tormentil (*Potentilla erecta*). Mogelijk werden emmertarwe en gerst verbouwd en er moet rekening mee worden gehouden dat bedekte gerst (*Hordeum vulgare*), naakte gerst (*Hordeum vulgare* var. *nudum*), pluimgierst (*Panicum miliaceum*) en mogelijk huttentut (*Camelina sativa*) voorkwamen in de nederzetting. In natte, voedselrijke, stikstofrijke graslanden kwamen waarschijnlijk kruipende boterbloem (*Ranunculus repens*) en ook scherpe boterbloem (*Ranunculus acris*) voor.

Het pollenonderzoek van Lohof & Alders (2008) komt gedeeltelijk overeen met het pollenonderzoek uit deze scriptie. Mogelijk komt dat door het feit dat de monsterlocaties relatief dicht bij elkaar lagen. Opvallend is de afwezigheid van indicatoren voor menselijk invloed in de Middeleeuwen. Terwijl tijdens het pollenonderzoek van Hattemerbroek Noord genoeg menselijke invloeden zijn aangetroffen. Wel zijn in beide pollenanalyses de zelfde vegetatie typen gevonden die wijzen op voedselrijk, vochtig weiland. De vegetatie op de hogere gronden bestond behalve uit akkers en weidegrond uit zure, droge voedselarme heide.

Paleogeografische reconstructie Hattemerbroek + AHN kaart. 1400 v. Chr.



Gemaakt door: Michael Bakker



Legenda

-150 tot -125 cm NAP	75 tot 100 cm NAP	Drassig gebied
-125 tot -100 cm NAP	100 tot 150 cm NAP	Restgeul
-100 tot -50 cm NAP	150 tot 200 cm NAP	Terrasrand
-50 tot 0 cm NAP	200 tot 250 cm NAP	Plangebied
0 tot 25 cm NAP	250 tot 300 cm NAP	Geen gegevens bekend
25 tot 50 cm NAP	300 tot 350 cm NAP	Locatie Pollenbak 1180
50 tot 75 cm NAP	Nat gebied veen en/of komafzettingen	Overige monsterbakken

FIGUUR 18 KAART VAN HATTEMERBROEK. OP DE VOORGROND IS GEBRUIK GEMAAKT VAN HET AHN 3. DE BASISKAART IS DE PALEOGEOGRAFISCHE RECONSTRUCTIE ROND 1400 V. CHR. MET PUNTLOCATIE VAN DE VERSCHILLENDE MONSTERBAKKEN. BRON: E. LOHOF/ T. HAMBURG/ J. FLAMMAN 2011, 50; WWW.AHN.ARCGISONLINE.NL/AHNVIEWER/ GERAADPLEEGD OP 17 MEI 2020.

9. Discussie

Persoonlijke reflectie

Het onderzoek is een pilot voor een pollenanalyse geweest waarbij geen macroresten onderzoek is uitgevoerd. Naast stuifmeelkorrels is er ook gekeken naar algen en schimmels om uitspraken te kunnen doen over het milieu gedurende de betreffende periode.

Ik heb bij het onderzoek moeite gehad met het herkennen van de bepaalde korrels. Met name had ik erg veel moeite om de hazelaar (*Corylus*) en de berk (*Betula*) van elkaar te onderscheiden. Voor dit onderzoek zijn er totaal per spectrum 300 pollen geteld die in de pollensom zijn opgenomen. Hierdoor kunnen de pollensommen wat aan de lage kant zijn, maar anders was het onderzoek niet te realiseren.

Door het COVID-19 virus ben ik met mijn onderzoek tegen problemen aangelopen, omdat ik niet de benodigde specifieke literatuur kon raadplagen. Hierdoor kon ik slechts gebruik maken van rapporten die online staan en internet websites. Hierdoor is de betrouwbaarheid van de resultaten wat minder dan als ik met de juiste literatuur de resultaten had kunnen interpreteren.

Inhoudelijke discussie

De resultaten van het pollenonderzoek zijn grotendeels geïnterpreteerd op basis van literatuuronderzoek van Hattemerbroek en vergelijkbare pollenonderzoeken in een veenlaag. De resultaten kunnen anders worden geïnterpreteerd omdat er geen macroresten-onderzoek is verricht. Hierdoor was het niet mogelijk om tijdens de pollenanalyse vertegenwoordigers van de families te determineren tot geslacht of soort. Waardoor sommige resultaten anders kunnen worden geïnterpreteerd.

In zone 2 is een toename van de grassenpercentage waargenomen. Dit kan worden geïnterpreteerd als intensiever agrarisch gebruik door de aanwezigheid van verschillende akkeronkruiden. Maar de toename van grassen kan echter ook worden geïnterpreteerd als een toename van riet (*Phragmites australis*). In zone 2 zou macroresten-onderzoek moeten worden verricht om de grassen tot geslacht of soort te determineren. Hierdoor is het mogelijk om te achterhalen wat er precies is gebeurd in zone 2.

Het dateren van het pollendiagram is nu relatief gedaan, op het voorkomen van bepaalde soorten en vergelijken van andere diagrammen. Om tot een absolute datering te komen zou er ^{14}C datering moeten worden uitgevoerd.

Op basis van het pollenonderzoek is het niet met zekerheid te zeggen dat klimaatverandering heeft geleid tot de vernatting. Hiervoor is niet genoeg bewijs aangetroffen. Wat wel is aangetroffen is dat mensen het gebied niet hebben verlaten. Dit is een tegenbewijs tegen de hypothese verminderde zonneactiviteiten. Hiervoor zijn te veel indicatoren voor menselijk invloed aangetroffen. Het lijkt er eerder op dat er te meerdere regionale factoren een rol hebben gespeeld voor de toenemende vernatting in Hattemerbroek. Om bewijs te vinden voor verandering van klimaat moet er op een andere locaties onderzoek worden verricht.

10. Conclusie

Aan het begin van het onderzoek werd de hoofdvraag gesteld: 'op welke wijze heeft de vernatting plaatsgevonden in Hattemerbroek?'. Om deze hoofdvraag te beantwoorden worden meerdere deelvragen besproken en beantwoord.

Hoofdvraag: *Op welke wijze heeft de vernatting plaatsgevonden in Hattemerbroek?*

Uit het pollenonderzoek kan worden geconcludeerd dat er sprake is van twee vernattingsfasen. De hoofdvraag ging over de eerste vernattingfase, die plaatsvond op de overgang van de Bronstijd naar de IJzertijd. Waarschijnlijk is het begin van de vernattingfase geoxideerd door het openbreken van het Vlie.

Deelvragen:

Microniveau

1. *Hoe wordt een pollenonderzoek uitgevoerd?*

Voordat een pollenonderzoek kan worden uitgevoerd moet er worden gekeken naar welke onderzoeksvragen met pollenonderzoek kan worden beantwoord. Dan moet er een goede plek worden gekozen voor monsternamen voor pollenonderzoek. Tijdens het onderzoek moet er literatuuronderzoek worden verricht, om te achterhalen hoe het gebied er geologisch en geomorfologisch eruitzag in de betreffende periode waaruit het monster is genomen. Dit helpt om de resultaten goed te interpreteren.

Voordat een pollenonderzoek kan worden gestart, moet er een keuze worden gemaakt welke laag of lagen worden onderzocht. Wanneer de strategie is bepaald is het mogelijk om het materiaal te bereiden in het laboratorium. Na documentatie van de strategie is het mogelijk om de pollenonderzoek uit te voeren. De pollendeterminatie wordt gedaan met gebruik van referentie materiaal en de boeken van Moore/Webb/Collinson (1991); Beug (2004) en C.R. Jansen (1974). Om een representatief pollenbeeld te krijgen worden er minimaal 300 pollen geteld.

Wanneer de pollen zijn geteld moeten de pollen in ecologische groepen worden verdeeld. De data kan worden ingevoerd in de software C2. De software is ontworpen om analysegegevens te verwerken tot diagrammen.

Wanneer de diagrammen klaar zijn kan de ecologische interpretatie worden verricht. Dit wordt gedaan met literatuuronderzoek van de Nederlandse Oecologische Flora of andere specifieke literatuur.

2. *Hoe wordt een pollendiagram gemaakt?*

Een pollendiagram kan met verschillende software worden gemaakt. De taxa moet eerst worden verdeeld in verschillende ecologische groepen en de analist moet kiezen welke pollen in de pollensom worden meegenomen. Voor dit onderzoek is gekozen om een Iversen-pollensom te gebruiken. Daarna werd de data ingevoerd in C2 om een diagram te maken.

3. *Hoe worden de resultaten van een pollenonderzoek geïnterpreteerd?*

Voor het interpreteren van de resultaten moet kennis worden genomen van de vegetatieontwikkelingen en onderscheid gemaakt worden tussen lokale vegetatie en regionale vegetatie. Voor het interpreteren is het belangrijk om literatuur zoals de Nederlandse Oecologische Flora te gebruiken of ander botanisch-ecologische literatuur.

Mesoniveau

4. Hoe ontwikkelde zich de moerasvegetatie van Hattemerbroek in de bestudeerde periode?

In grote lijnen is het mogelijk te zeggen dat het regionaal grotendeels vochtig, voedselrijk en stikstofrijke gronden waren. De hogere gronden bestonden uit zure droge en voedselarme heide. In twee verschillende fasen is open water ontstaan. In het hele diagram zijn indicatoren voor menselijk invloed aangetroffen. Mogelijk is dat de mens grotendeels in de regio is gebleven.

Zone 1 vertegenwoordigt stikstofrijke, voedselrijke en vochtige weilanden. Mogelijk betreft het blauwgraslandschap door de aanwezigheid van de blauwe knoop die indicatief is voor blauwgraslanden. Op de hogere gronden bestond de vegetatie uit struikheide, tenminste voor zover de gebieden niet werden gebruikt als akkers.

In zone 2 begon het landschap te veranderen. Door een verandering in de grondwaterspiegel kon het veen oxideren. Hierdoor is er een hiaat gecreëerd in het veenpakket. Mogelijk is daarmee de eerste vernattingfase geoxideerd. Dit is de periode waar de mens het landschap intensief heeft gebruikt. Die conclusie kan worden getrokken op grond van de hoge NAP van ruim 60%. Door de verandering van de waterhuishouding met het openbreken van het Vlie en het verbouwen van rogge is het niveau te plaatsen op de overgang van de Late-IJzertijd na de Romeinse Tijd.

In subzone 3 begon het lokaal natter te worden. Door een verandering van de waterhuishouding kon veenvorming opnieuw op treden. Waarom dit is gebeurd is niet bekend. Dit is de periode die kan worden geïnterpreteerd als een vernattingfase. In zone 3 begon het moeras te verlanden met de toename van cypergrassen en afname van waterplanten. Daarop volgend begon een afwisseling van waterplanten naar een verlanding met moerasvegetatie. Waarschijnlijk kan dit niveau worden geplaatst in de Romeinse Tijd.

Zone 4 vertegenwoordigt een periode waarin het veenvormende moeras zich uitbreidden. Het lokale gebied kan worden geïnterpreteerd als een bosrandsituatie. Wat opvalt in deze zone is het hoge percentage stuifmeelkorrel van moerasspirea in de top van de zone. Moerasspirea is een soort die voorkomt langs randen van bossen en hogere waterkanten. Tevens kan de soort ook voorkomen in graslanden en laagveenmoerassen. Op plekken waar in de winter het grondwater boven het maaiveld komt en in de zomer net daaronder. Mogelijk kwam moerasspirea lokaal in het gebied voor. In deze zone zijn geen antropogene indicatoren aangetroffen die een datering toelaten.

5. Hoe zag de vegetatie in de omgeving van het Hattemerbroek moeras eruit in de Brons- en IJzertijd en wat was de invloed van de nabijgelegen nederzetting op de pollenregen ter plaatse van de monstername?

De vegetatie in de omgeving van Hattemerbroek bestond grotendeels uit vochtige, voedselrijke en stikstofrijke vegetatie. De els was de belangrijkste boomsoort die voorkwam in het gebied. De lage vegetatie bestond grotendeels uit grassen en cypergrassen maar het is niet mogelijk om pollen van de vertegenwoordigers van de familie op geslacht of soort te determineren. Daarvoor is macrobotanisch onderzoek nodig.

Op de hogere gronden was heide dominant waar de akkers zich bevonden. Het diagram laat zien dat de invloed van mensen aanzienlijk was. In het gebied was er sprake van akkerbouw (granen) en veehouderij. Wanneer vernatting optrad werden egelskop en moerasspirea dominant. Lokaal werden algen dominant en die wijzen op een ondiep stilstaand water. Wat opvalt is dat de vernatting niet heeft geleid tot het wegtrekken van de mensen.

Macroniveau

6. Wat is er bekend over de verandering in het stroomgebied van de Vecht, De IJssel en het Flevomeer in de periode van de vernatting?

Bij het dichtslibben van het Zeegat van Bergen begonnen zich in het huidige IJsselmeergebied verschillende meren te vormen. Het water uit deze meren werd via de Utrechtse Vecht afgevoerd en die waterde uit op het Oer-IJ. De afvoer van de Overijsselse Vecht was moeizaam en leidde tot het kombergingseffect, waardoor de grondwaterspiegel in het bovenstroomse gebied begon te stijgen en de veenvormende moerassen zich uitbreidden.

Na het sluiten van het zeegat ontstond er een overloopgebied achter het zeegat. Het overloopgebied groeide uiteindelijk uit tot het Vlie estuarium wat heeft geleid tot het dalen van de grondwaterspiegel en oxidatie van het veen. Waarschijnlijk heeft de mens het ontwaterde veen gebruikt maar daar zijn geen duidelijke aanwijzingen voor gevonden.

De IJssel heeft gediend als een beekdal voor afvoer voor lokale beken richting het Flevomeer. De Overijsselse Vecht waterde af via het Flevomeer. Het Flevomeer bestond uit twee meren die na het openbreken van het Vlie een groot meer vormde.

7. Wat is er bekend over veranderingen in de ontwikkeling van het klimaat in de periode van de vernatting?

Voor deze periode zijn er twee verschillende hypothesen over wat heeft geleid tot verandering van het milieu in Hattemerbroek in de Late-Bronstijd en Vroege-IJzertijd. Volgens van Van Geel *et al.* (1996) heeft een abrupte klimaatverandering geleid tot het uitbreiden van het veen en een stijgende grondwaterspiegel waardoor de nederzetting in West-Friesland uiteindelijk werden verlaten. In het proefschrift van Van Zijverden (2017) wordt uitgelegd dat de lokale events geleid hebben tot het verlaten van de nederzettingen.

Uit het gereconstrueerde pollenbeeld is niet te achterhalen of de vernatting is ontstaan door klimaatverandering. Dat komt omdat er andere events hebben geleid tot de vernatting en die zijn moeilijk te koppelen aan klimaatverandering. Wel is er verschil tussen Hattemerbroek en West-Friesland. In West-Friesland werden de nederzettingen uiteindelijk verlaten door de toenemende vernatting in de Late-Bronstijd. Dit gebeurde uiteindelijk ook in Zwolle-Ittersumbroek in de Vroege-IJzertijd. In Hattemerbroek zijn de mensen waarschijnlijk in de regio gebleven. Dat kan geconcludeerd worden op grond van veel indicatoren voor menselijke invloed in het hele profiel.

11. Aanbevelingen

Vanuit de conclusie is het mogelijk om vervolgonderzoek uit te voeren. Het vervolgonderzoek kan worden onderverdeeld in verschillende schaalniveaus. In micro-, meso- en macroniveau.

Microniveau

In een vervolgonderzoek op microniveau kan het aanvullende macroresten-onderzoek door ADC worden uitgevoerd. Specifiek zou er in zone 2 (zie figuur 19) macroresten-onderzoek worden verricht om te achterhalen of de toename grassen (Poaceae) bestaat uit riet (*Phragmites australis*) of door grassen die geïnterpreteerd kunnen worden met extensief agrarisch gebruik. Echter kan ook het macroresten-onderzoek nog nieuwe inzicht geven in wat voor specifieke soorten vegetatie er groeide in het gebied. Met een macroresten-onderzoek is het mogelijk om de plantenresten te determineren tot geslacht of soort.

Lohof *et al.* (2011) beschrijven dat er tijdens een periode van veen oxidatie mensen het veen hebben gebruikt voor akkerbouw. Voor dat idee werd tijdens de pollenanalyses geen duidelijke aanwijzingen gevonden. Mogelijk zal deze vraag in een volledige pollenonderzoek en macroresten-onderzoek van dit pollenbak wel beantwoord kunnen worden.

Mesoniveau

Op mesoniveau is het mogelijk om het pollendiagram beter te kunnen interpreteren door er zes ^{14}C -monster moeten worden genomen voor dateringen. In figuur 19 is een schematische weergave gemaakt waar de ^{14}C -monsters kunnen worden genomen. De top (0,41) en de basis (0,89) zal moeten worden gedateerd om een begin en eind datering te hebben. Voor een aantal events is het niet duidelijk wanneer deze hebben plaatsgevonden (0,50; 0,58; 0,70 en 0,78). Een ^{14}C -monsters datering kan hier meer inzicht in bieden.



FIGUUR 19 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET PROFIEL MET RODE LIJNEN AANGEGEVEN WANNEER SPRAKE WAS VAN BEPAALDE EVENTS MET EEN SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN HET BODEMPROFIEL. DE ORANJE BLOKJES GEVEN AAN WAAR ^{14}C -MONSTERS KUNNEN WORDEN GENOMEN.

Macroniveau

Op macroniveau rest de vraag nog waarom er nog een tweede vernattingfase heeft plaatsgevonden. Hoe is deze vernattingfase ontstaan? Heeft dit een rol gespeeld voor de mensen die woonden aan de IJssel? om antwoord te vinden op deze vraag kan er pollenonderzoek worden verricht in de Beneden-IJsselgebied. Dit kan tezamen met archeologisch onderzoek. Met een pollenonderzoek is het mogelijk te achterhalen door te kijken naar de verandering in de vegetatie om te bepalen wanneer de vernattingfase plaatsvindt. Wanneer de datering bekend is van de tweede vernattingfase is het mogelijk om in de juiste laag of lagen dit onderzoek te verrichten.

Om antwoord te vinden op de vraag: “de redenen voor de verandering van het klimaat” zal er op andere plekken onderzoek moeten worden verricht waar zo weinig mogelijk events hebben plaatsgevonden. In het gebied van Hattemerbroek hebben events plaatsgevonden waardoor het niet mogelijk is om te achterhalen of het door klimaatverandering komt. In Oost- of Zuid-Nederland zou pollen-onderzoek en macroresten-onderzoek moeten worden verricht in een natuurlijke bodemprofiel die zo weinig mogelijk is aangetast.

12. Literatuurlijst

Bakker, M. 2020: *Plan van Aanpak*, Deventer.

Behre, K.E. 1981: *The interpretation of anthropogenic indicators in pollen diagrams*, Wilhemshaven.

Berendsen, H.J.A./ E. Stouthamer/ K.M. Cohen/ W.Z. Hoek 2015: *Landschap in delen de fysisch-geografische regio's*, Utrecht.

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

Cohen, K.M./ E. Stouthamer/ W.K. Hoek/ H.J.A. Berendsen/ H.F.J. Kempen 2009: *Zand in banen zanddieptekaarten van het rivierengebied en het IJsseldal in de provincies Gelderland en Overijssel*, Utrecht.

Duistermaat, L. 2020: *Heukel's Flora van Nederland*, Groningen.

Hamburg ,T./ E. Lohof/ B. Quadflieg 2011: *Bronstijd opgespoord Archeologisch onderzoek van prehistorische vindplaatsen op bedrijvenpark H2O - plandeel Oldebroek (Provincie Gelderland)*, Alblasserdam (ADC rappor 2627, Archol rapport 142).

Heimans, E./ Heinsius, H.W./ Thijsse, J.P. 1994: *Geïllustreerde flora van Nederland*, Alkmaar.

Jansen, C.R. 1974: *Verkenning in de palynologie Oosthoek, Scheltema & Holkema*, Utrecht.

Kooistra, L.I. 2006: *Doetinchem-Wijnbergen, een vindplaats uit de Late Bronstijd/ Vroege IJzertijd botanisch onderzocht*, Zaandam (BlAXiaal 284).

Lohof, E./ P.G. Alders 2008: *Hattemerbroek Bedrijventerrein Noord (gem. Hattem) Een Inventariserend Veldonderzoek in de vorm van proefsleuven en boringen*, Amersfoort (ADC rapport 680).

Lohof, E./ T. Hamburg/ J. Flamman 2011: *Steentijd opgespoord archeologisch onderzoek in het tracé van de Hanzelijn-Oude land*, Alblasserdam (ADC rapport 2576, Archol rapport 138).

Lowe, J./ M. Walker 2014: *Reconstructing Quaternary Environments*, London.

Makaske, B./ G.J. Maas/ D.G. van Smeerdijk 2008: *The age and origin of the Gelderse IJssel*, Utrecht (Netherlands Journal of Geosciences - Geologie en Mijnbouw 87-4), 323-337.

Moore, P./ J.A. Webb/ M. Collinson 1994: *Pollen Analysis*, London.

Muller, A. 2018: *Programma van Eisen*, Amersfoort.

Pals, J.P./ B. van Geel/ A. Delfos 1980: *Paleoecological studies in the Klokkeweel bog near Hoogkarspel (Prov. Of Noord-Holland)*, Amsterdam.

Stouthammer, E./ K.M. Cohen/ W.Z. Hoek 2015: *Vorming van het land geologie en geomorfologie*, Utrecht.

Van Beek, R./ O. Brinkkemper 2011: *Cultuur-historische atlas van de Vecht, biografie van Nederlands grootste kleine rivier*, Zwolle.

Van Beurden, L. 2008: *Vegetatie en ontwikkelingen in het rivierengebied in de Bronstijd*, Zaandam (BIAXiaal 331).

Van der Ham, R.W.J.M./ J.P. Kaas/J.D. Kerkvliet/A. Neve 1999: *Pollenanalyse Stuifmeelonderzoek van Honing voor Imkers, Scholen en laboratoria*, Hilvarenbeek.

Van der Linden, M. 2011: *Palynologisch onderzoek aan een venige afvallaag met aardewerk van de Enkelgrafcultuur bij een beekloop nabij Coevoerden* (BIAXiaal 557).

Van der Meer, W./ N. den Ouden 2007: *Rogge in 't veen: Onderzoek aan zaden, pollen en hout van een middeleeuwse vindplaats nabij Bergambacht*, Zaandam (BIAXiaal 299).

Van der Mijden, R. 2005: *Heukel's Flora van Nederland*, Groningen.

Van Geel, B. 2001: Non-pollen palynomorphs, in W.M. Last/J.P. Smol (Eds.), *Basin Analysis, Coring, and Chronological Techniques*, Dordrecht (Tracking Environmental Change Using Lake Sediments 1), 99-119.

Van Geel, B./ A. Aptroot 2006: *Fossil ascomycetes in Quaternary deposits*, Stuttgart (Nova Hedwigia 82), 313-329.

Van Geel, B./ J. Buurman/ H. T. Waterbolk 1996: *Archaeological and palaeoecological indications of an abrupt climate change in the Netherlands, and evidence for climatological teleconnections around 2650 BP*, Hoboken (Journal of Quaternary Science, vol. 11), 451-460.

Van Zijverden, W.K. 2017: *After the deluge, a paleogeographical reconstruction of bronze age West-Frisia*, Leiden.

Van Zijverden, W.K./ J. de Moor 2015: *Het groot profielenboek fysische geografie voor archeologen*, Leiden.

Vermeer, C./ K. Hänninen/ D. van Smeerdijk 2005: *Hout, pollen en zaden uit Romeins Didam en Wehl*, Zaandam. (BIAXiaal 244).

Vermue, F. 2021: In voorbereiding ADC rapport.

Vos, P. 2014: *Atlas van Nederland in het Holoceen*, Amsterdam.

Weeda, E.J. 2003: *Nederlandse Oecologische Flora compleet*, Amsterdam.

a. Internetbronnen

apsa.anu.edu.au geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.archeologie.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.Archol.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.BIAX.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.dinoloket.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.floravannederland.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.geografie.nl/knag geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.geologievannederland.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.naturalis.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.RAAP.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.staff.ncl.ac.uk/stephen.juggins/software/C2Home.htm geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.tiliait.com geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.tno.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.
www.vu.nl geraadpleegd op 7 juli 2020.

J.W. van Aalst, www.opentopo.nl geraadpleegd op 20 mei 2020.

b. Persoonlijke communicatie en e-mails

Philip, Annemarie. Laboratorium technicus aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica en instituut biodiversiteit en ecosysteemdynamiek.

Van Geel, Bas. Hoofddocent paleo-ecologie aan de Faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica en instituut biodiversiteit en ecosysteemdynamiek.

Vermue, Femke. Senior archeoloog bij ADC-ArcheoProjecten.

c. Lijst met figuren

Figuur 1: Locatie van het plangebied Hattemerbroek Noord 2.

Figuur 2: Locatie van de verschillende onderzoeksterreinen nabij knooppunt Hattemerbroek (Gld.).

Figuur 3: Paleogeografie van het Saalien tijdens het Drenthe maximum en tijdens de deglaciatie.

Figuur 4: Paleogeografie van het Weichselien tijdens het Midden-Pleniglaciaal en het Laat-Pleniglaciaal.

Figuur 5: Paleogeografie van het Subboreaal (2750 v. Chr.) en Laat-Subboreaal (1500 v. Chr.).

Figuur 6: Schematische tekening van een ideaal profiel in Hattemerbroek.

Figuur 7: Paleogeografische reconstructie van Hattemerbroek rond 5300 v. Chr.

Figuur 8: Paleogeografische reconstructie van Hattemerbroek rond 2800 v. Chr.

Figuur 9: Paleogeografische reconstructie van Hattemerbroek rond 1400 v. Chr.

Figuur 10: Paleogeografische reconstructie van Hattemerbroek rond 400 v. Chr.

Figuur 11: Hattemerbroek, pollenbak in de profielwand.

Figuur 12: Schematische weergave van het bodemprofiel in put 27 met positie van de onderzochte pollen (gele blokjes).

Figuur 13: Polaire aanzicht van een els (*Alnus*), en schematische tekening van een stefanoporaat en psilaat.

Figuur 14: Een gedeelte van pollendiagram 1 waar te zien is dat in zone 2 de elzenpercentage afnam wordt met de groene pijl aangegeven. Met de gele pijl wordt de toename van de grassenpercentage aangegeven. Bron: pollendiagram gemaakt in c2 software door Michael Bakker.

Figuur 15: Een gedeelte van een aangepaste pollendiagram 2 waar te zien is dat in subzone 3 de waterplanten toenemen (in het rode omlijnde blok) met de blauwe pijl wordt de HdV-114 aangegeven. Bron: pollendiagram gemaakt in c2 software door Michael Bakker.

Figuur 16: Een foto van een moerasspirea (*Filipendula ulmaria*). Bron: www.wildeplanten.nl geraadpleegd op 7 juli 2020. De foto is gemaakt door Klaas Dijkstra.

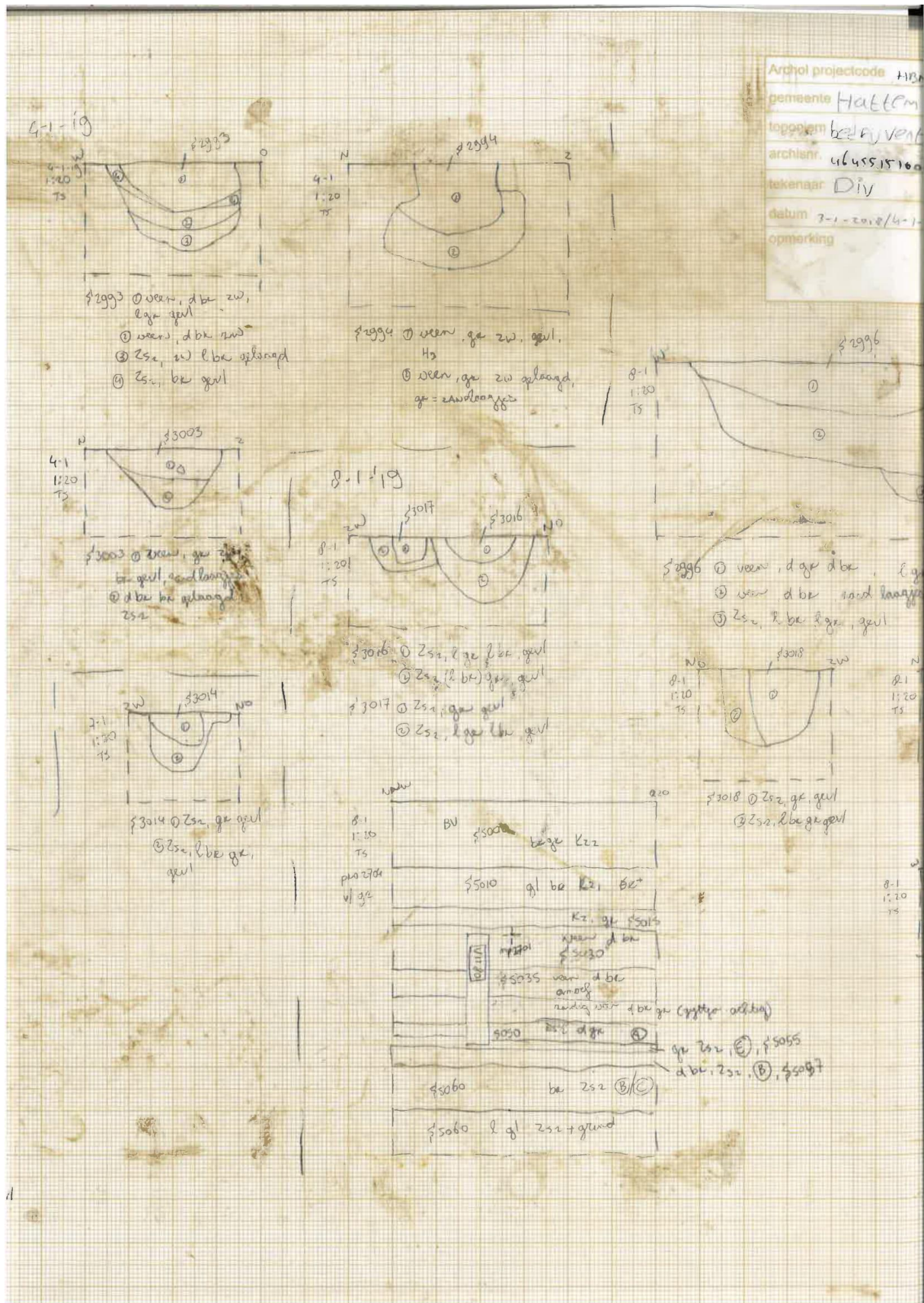
Figuur 17: Schematische weergave van het profiel met lijnen aangegeven wanneer sprake was van bepaalde events met een schematische weergave van het bodemprofiel.

Figuur 18: Kaart van Hattemerbroek. Op de voorgrond is gebruik gemaakt van het AHN 3. De basiskaart is de paleogeografische reconstructie rond 1400 v. Chr. Met puntlocatie van de verschillende monsterbakken.

Figuur 19: Schematische weergave van het profiel met rode lijnen aangegeven wanneer sprake was van bepaalde events met een schematische weergave van het bodemprofiel. De oranje blokjes geven aan waar 14C-monsters kunnen worden genomen.

Tabel 1: Geologische en archeologische tijdschaal.

Bijlage 1 Profieltekening opgraving Hattemerbroek

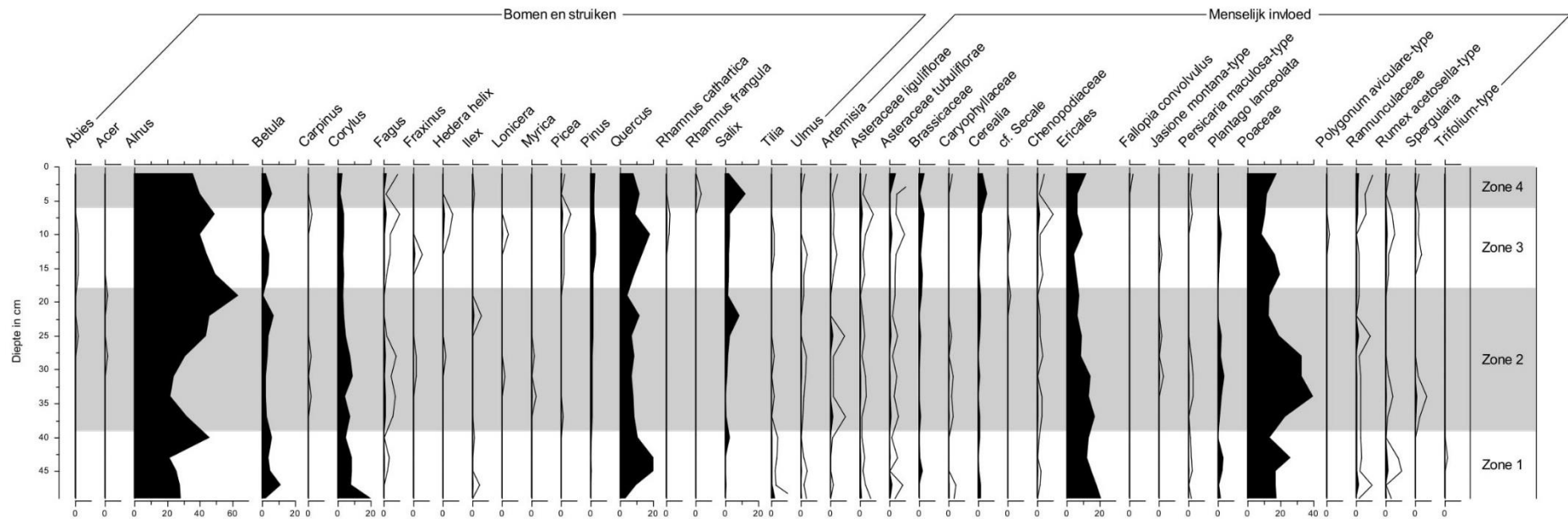


Bijlage 2 Resultaten pollenonderzoek aan profiel 2704.

Hattermebroek Noord

Pollen- en microresten percentagediagram, deel 1.

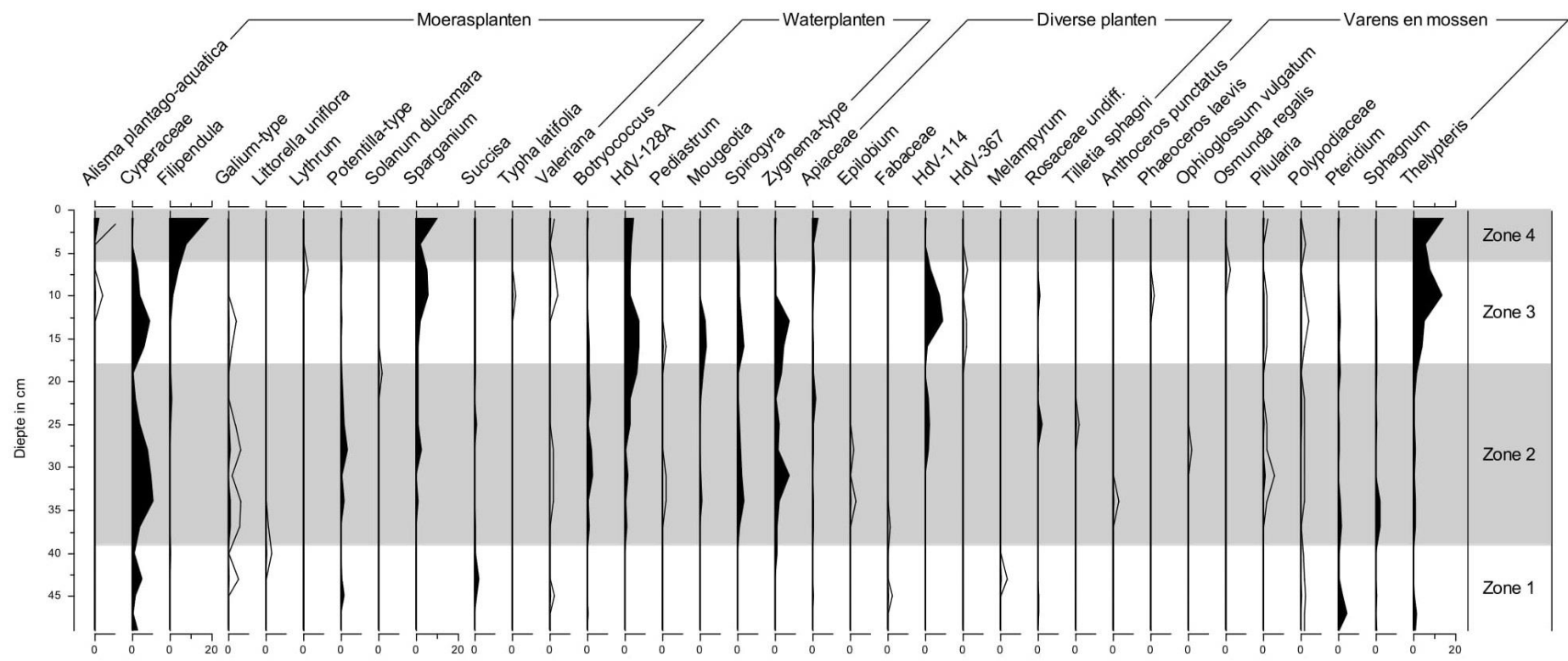
Analist: Michael Bakker



Hattermerbroek Noord

Pollen- en microresten percentagediagram, deel 2.

Analist: Michael Bakker



Hattermerbroek Noord

Pollen- en microresten percentagediagram, deel 3.

Analist: Michael Bakker

