



Delft University of Technology

De terp van Hogebeintum in boorkernen

Nicolay, Johan; de Langen, Gilles; Stöver, Jos; Aalbersberg, Gerard; Bahlen, Gregory; Bakker, Marco; Huisman, Hans; Mantel, Stephan; Ngan-Tillard, Dominique; More Authors

Publication date

2019

Document Version

Final published version

Published in

De hoogste terp van Friesland

Citation (APA)

Nicolay, J., de Langen, G., Stöver, J., Aalbersberg, G., Bahlen, G., Bakker, M., Huisman, H., Mantel, S., Ngan-Tillard, D., & More Authors (2019). De terp van Hogebeintum in boorkernen. In A. Nieuwhof, E. Knol, & J. Nicolay (Eds.), *De hoogste terp van Friesland: Nieuw en oud onderzoek in Hogebeintum* (pp. 33-130). (Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek; No. 101). Vereniging voor Terpenonderzoek.

Important note

To cite this publication, please use the final published version (if applicable).
Please check the document version above.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download, forward or distribute the text or part of it, without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license such as Creative Commons.

Takedown policy

Please contact us and provide details if you believe this document breaches copyrights.
We will remove access to the work immediately and investigate your claim.

De hoogste terp van Friesland

Nieuw en oud onderzoek in Hogebeintum

Annet Nieuwhof, Egge Knol en Johan Nicolay (redactie)

Met bijdragen van

Gerard Aalbersberg	Stephan Mantel
Steffen Baetsen	Dominique Ngan-Tillard
Gregory Bahlen	Johan Nicolay
Marco Bakker	Annet Nieuwhof
Kristin Bosma	Wietske Prummel
Wil Casparie (†)	Patrice de Rijk
Janneke Hielkema	Mans Schepers
Menno Hoogland	Jos Stöver
Hans Huisman	Hilde Uytterschaut
Michiel Huisman	Theun Varwijk
Egge Knol	Marianne van Voorn
Gilles de Langen	Peter Vos
Gerko Last	Frank van der Waard



Deze uitgave werd mede mogelijk gemaakt door:



rijksuniversiteit
 groningen

groninger instituut
 voor archeologie



**BOERSMA ADEMA
STICHTING**

VAN HELOMA STICHTING

Stichting Juckema-Sideriusfonds



COLOFON

UITGEVER	Vereniging voor Terpenonderzoek p/a Groninger Instituut voor Archeologie Poststraat 6 9712 ER Groningen
EINDREDACTIE	A. Nieuwhof
OPMAAK EN OMSLAG	Redactie
DRUK	Drukkerij Tienkamp, Groningen (www.drukkerijtienkamp.nl)
ABONNEMENTEN	Via lidmaatschap vereniging (www.terpenonderzoek.nl)

ISSN 0920-2587

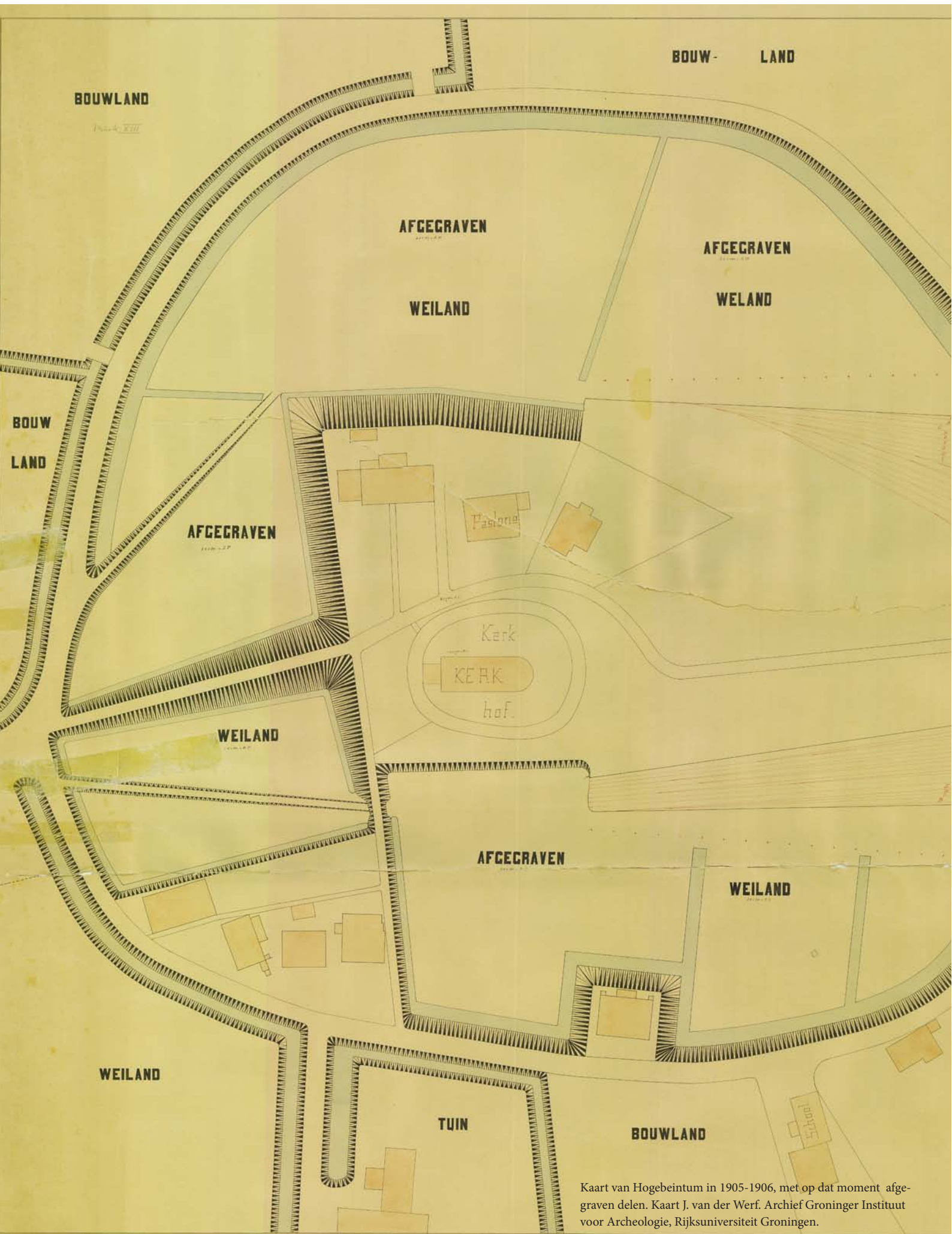
ISBN 9789082969115

Copyright © 2019 Individual authors and Vereniging voor Terpenonderzoek

Omslagontwerp A. Nieuwhof. Foto's: P. van der Klugt, TNO/Deltares; St. Alde Fryske Tsjerken; Fries Museum, Leeuwarden.

Inhoudsopgave

	Voorwoord	7
1	De terp, de kerk, de geschiedenis: alles is bijzonder in Hegebeintum <i>Gerko Last</i>	9
2	Archeologisch en bouwhistorisch onderzoek bij de nieuwe torenfundering van de kerk te Hegebeintum <i>Janneke Hielkema, Frank van der Waard, Steffen Baetsen, Kristin Bosma, Michiel Huisman</i> <i>& Marianne van Voorn</i>	21
3	De terp van Hogebeintum in boorkernen <i>Johan Nicolay, Gilles de Langen, Jos Stöver, Gerard Aalbersberg, Gregory Bahlen, Marco Bakker,</i> <i>Hans Huisman, Stephan Mantel, Annet Nieuwhof, Dominique Ngan-Tillard, Wietske Prummel,</i> <i>Patrice de Rijk, Mans Schepers, Theun Varwijk & Peter Vos</i>	33
4	Hogebeintum aan snee <i>Egge Knol</i>	131
5	Het vroegmiddeleeuwse grafveld van Hogebeintum (400-730 n.Chr.) <i>Egge Knol</i>	159
6	Catalogus van het grafveld Hogebeintum, 400-730 n.Chr. <i>Egge Knol, Menno P.L. Hoogland, Hilde T. Uytterschaut & Wil A. Casparie (†)</i>	181



Kaart van Hogebeintum in 1905-1906, met op dat moment afgegraven delen. Kaart J. van der Werf. Archief Groninger Instituut voor Archeologie, Rijksuniversiteit Groningen.

Voorwoord

Hegebeintum is de hoogste terp. Dat geldt niet alleen voor Friesland en zelfs niet alleen voor Noord-Nederland, maar voor het hele voormalige kweldergebied langs de kust van de Waddenzee. Dat heeft Hegebeintum tot de bekendste terp van Friesland en ver daarbuiten gemaakt. Toch is Hegebeintum in zijn huidige staat eigenlijk niet meer dan een terpruïne. Commerciële afgravingen rond het begin van de 20ste eeuw zijn daar verantwoordelijk voor. Slechts een klein deel van de terp bleef intact. De steile restanten vormen een karakteristiek geheel, maar ze zijn ook kwetsbaar. Erosie, uitdroging en verzakking vormen reële dreigingen. Zeker de kerk heeft daarmee te maken. De ernstige verzakking van de toren en de werkzaamheden die de toren hebben gestabiliseerd vormen de aanleiding voor dit boek.

Het archeologisch onderzoek naar de bewoningsgeschiedenis van Hogebeintum begon in het begin van de 20ste eeuw, tijdens de afgravingen van de terp. Daarbij ging veel verloren, maar er werden ook veel vondsten verzameld en overgedragen aan het Fries Museum. Conservator P.C.J.A. Boeles registreerde de vondsten in het vondstenregister, de zogenaamde Terpenboeken. Vanaf het moment dat er een vroegmiddeleeuws grafveld aan het licht kwam, liet Boeles toezicht houden op de afgravingen. Hoewel dat toezicht veel te wensen overliet, betekende het toch een voor die tijd ongekennde toename van vondsten en kennis. De vondsten van Hogebeintum brachten Boeles tot zijn hypothese van de Angelsaksische immigratie, nog altijd een van de *hot items* van de Noord-Nederlandse archeologie.

Veel vragen zijn echter nog onbeantwoord, bijvoorbeeld: waarom is die terp eigenlijk zo hoog, en wanneer bereikte de terp deze hoogte? Die vragen kunnen niet beantwoord worden door de verzamelde vondsten te onderzoeken. Daarvoor is nieuw archeologisch onderzoek nodig. Aangezien het grootste deel van de terp is weggegraven en de restanten overbouwd zijn met wegen en gebouwen, is gravend archeologisch onderzoek in Hogebeintum praktisch gezien vrijwel onmogelijk. Bovendien is de terp een wettelijk beschermd monument. De kans om toch onderzoek te doen in het hoogste deel van de terp deed zich voor in 2015, toen de toren werd gestabiliseerd. Op voorstel van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed werden de noodzakelijke ingrepen in de ondergrond gecombineerd met enkele diepe boringen met een doorsnede van 10 centimeter. Daar werd door een team van specialisten zoveel mogelijk onderzoek aan gedaan. Ook de werkzaamheden binnen het kerkgebouw en de toren gingen gepaard met archeologisch onderzoek, met nieuwe gegevens als resultaat.

In dit boek is oud en nieuw onderzoek bij elkaar gebracht. Overlap tussen de hoofdstukken was onvermijdelijk; de afgraving van de terp bijvoorbeeld komt in alle hoofdstukken ter sprake. De volgorde van de verschillende hoofdstukken is in zekere zin chronologisch: ze gaan terug in de tijd, van het recente onderzoek van 2015 naar het oudere onderzoek uit de tijd van de afgravingen. Na een inleidend hoofdstuk over de kerk en de toren, waarin ook de aanleiding en de uitvoering van de werkzaamheden aan de toren in 2015 worden beschreven, volgt het verslag van het onderzoek in het kerkgebouw. Het lange derde hoofdstuk, waaraan maar liefst vijftien auteurs hebben meegeschreven, beschrijft het onderzoek aan de boorkolommen en het geofysisch onderzoek dat tegelijkertijd is uitgevoerd in Hogebeintum, en betreft daarbij ook eerder uitgevoerd booronderzoek. De hier en daar zeer technische paragrafen monden uit in een synthese, waarin alle verhaallijnen bij elkaar komen en de ontwikkeling van de terp wordt geschetst.

Hierna gaan we naar de tijd van de afgravingen. In het eerste van twee hoofdstukken daarover wordt de gang van zaken tijdens de afgravingen besproken. Het tweede is gewijd aan het vroegmiddeleeuws grafveld dat tijdens de afgravingen aan het licht kwam; in de bijgevoegde catalogus worden eindelijk, na meer dan een eeuw, de vondsten uit grafveld zo volledig mogelijk beschreven, en zodoende gered van de vergetelheid.

Met deze verscheidenheid aan hoofdstukken en benaderingen biedt dit boek ook een mooi inkijkje in de keuken van de moderne archeologie. Graven en boren, archiefonderzoek, materiaalstudie, onderzoek naar het landschap en de resten van planten en dieren, laboratoriumonderzoek, geofysisch onderzoek, archeologische monumentenzorg, berekeningen, statistiek en veel computerwerk horen daar allemaal bij. Dat resulteert in tabellen en grafieken, foto's, tekeningen en kaarten, en uiteindelijk in op feiten gebaseerde verhalen over het verleden.

Nog even dit: de officiële, Friese naam is tegenwoordig Hegebeintum, maar velen buiten de provincie Fryslân kennen de terp als Hogebeintum, gespeld met één of twee o's, en die beide namen worden in dit boek dan ook door elkaar gebruikt.

Dit boek had niet tot stand kunnen komen zonder bijdragen van vele goede gevers. Dat begint bij het onderzoek zelf, dat door verschillende organisaties is gefinancierd en uitgevoerd. U vindt hun namen in de betreffende hoofdstukken. De productiekosten van het boek zijn mede gedragen door de Stichting Alde Fryske Tsjerken, het Groninger instituut voor Archeologie van de Rijksuniversiteit Groningen, de Stichting TERP Hegebeintum kennis- en ynformaasjesintrum, de Van Helomastichting, het Juckema-Sideriusfonds, en de Boersma-Adema stichting. Wij bedanken ook alle personen en instanties die afbeeldingen ter beschikking hebben gesteld, met name het Fries Museum en het Groninger Instituut voor Archeologie. En *last but not least* willen wij de 26 auteurs bedanken die, vaak buiten werktijd, een bijdrage aan dit boek hebben geleverd.

Annet Nieuwhof
eindredacteur

3 De terp van Hogebeintum in boorkernen

Johan Nicolay, Gilles de Langen, Jos Stöver, Gerard Aalbersberg, Gregory Bahlen, Marco Bakker, Hans Huisman, Stephan Mantel, Annet Nieuwhof, Dominique Ngantillard, Wietske Prummel, Patrice de Rijk, Mans Schepers, Theun Varwijk & Peter Vos



Fig. 1 Luchtfoto van de terp van Hogebeintum, gezien vanuit het zuidoosten. De verkaveling rond de terp toont een karakteristieke radiaire structuur. Foto J. Stöver, april 2016.

1 Inleiding (Nicolay)

De terp van Hogebeintum is een icoon van het Noord-Nederlandse terpengebied, minstens zo beroemd als het grootste hunebed van Drenthe bij Borger. De terp dankt deze roem vooral aan zijn uitzonderlijke hoogte, die visueel wordt versterkt doordat de randzones van de terp diep zijn afgegraven. Wie nu Hogebeintum bezoekt ziet de terp al van grote afstand de lucht in rijzen, met prominent daar bovenop de van oorsprong middeleeuwse kerk (fig. 1). Ook in het verleden moet de terp indruk hebben gemaakt, aangezien andere terpen in Friesland veel lager zijn. In de nog onbedijkte kwelders, waar geen bomen groeiden en kilometers ver kon worden gekeken, vormde de terp een prominente markering in het verder vrijwel vlakke landschap.

Terwijl de uitzonderlijke hoogte van de terp algemeen bekend is, kon over de opbouw van de terp en over de perioden waarin deze woonplaats zijn uiteindelijke hoogte bereikte nog weinig worden gezegd. Uit vondsten die tijdens de commerciële afgraving van de randzones zijn verzameld, blijkt al wel dat de terp vanaf de 6de eeuw v.Chr. werd bewoond.¹ Ook zijn hier enkele tientallen scherven van Romeinse *terra sigillata* aangetroffen, en bovendien de resten van een grafveld uit de 5de tot 7de eeuw n.Chr.² Indrukwekkend is de mantelspeld van zilver en goud, die in de vroege 7de eeuw met een kralensnoer en zilveren ringen is begraven (fig. 7).³ Het gezicht

1 Voor het vroegste aardewerk, zie Taayke 2016, 76, fig. 6: nrs. 8-9.

2 Galestin & Volkers 1992, tabel 1 (22 scherven *terra sigillata*); voor het grafveld, zie hoofdstuk 5.

3 Nicolay 2014, 77-79.



Fig. 2 Hogebeintum tijdens de werkzaamheden aan de toren. De opvallende betonnen structuren, het stuk rails en de drie kipkarren rechtsonder vormen samen een aandelen aan de afgravingen rond het begin van de 20ste eeuw. Foto J. Stöver, april 2016.

van een vrouw die op het grafveld in een boomstamkist was bijgezet, is in opdracht van het Fries Museum gereconstrueerd. Sinds kort kunnen we daardoor in het gezicht kijken van een 7de-eeuwse, door zeelucht getekende terpbewoonster, die postuum de naam Beitske heeft gekregen.⁴

Verzakking van de kerktoeren vormde in 1988 aanleiding voor een grondmechanisch onderzoek naar de achterliggende oorzaken.⁵ In hetzelfde jaar is rond de voet van het nog intacte deel van de terp een aarden rand aangebracht, als een eerste poging om verzakking te voorkomen. Dit heeft tijdelijk geholpen, maar kon niet voorkomen dat de toren verder verzakte. Daarom werd in 2014 besloten om rondom de fundering van de toren een betonnen manchets aan te brengen. Deze is ondertussen verankerd aan 15 palen met een lengte van 13 m en een dikte van 30 cm, die tot in het pleistocene zand onder de terp reiken. De toren staat daardoor nu op 'vaste grond' en zal niet verder verzakken.

Het aanbrengen van de manchets bood een uitgelezen kans om meer te weten te komen over de opbouw van de terp, de bouwgeschiedenis van de kerk en de fysieke kwaliteit van de terp als rijksmonument. Inzicht in de ouderdom van de kerktoeren werd verkregen dankzij een bouwhistorisch onderzoek, gekoppeld aan archeologisch onderzoek van de sleuf die voor het manchets is uitgegraven (augustus 2015).⁶ De opbouw, ouderdom en conservering van de terplagen zijn op een eerder moment met grondboringen onderzocht. In eerste instantie zijn in mei 2015 met een guts drie handboringen gezet.⁷ Alle boringen reikten tot in de natuurlijke, onverstoorde getijdenafzettingen onder de terplagen; alleen gutsboring 1 is nog

dieper, tot in het onderliggende veen en dekzand gezet. Op 10 en 11 juni zijn vervolgens op twee van de drie boorlocaties mechanische steekboringen gezet, waarbij een serie boorkernen met een lengte van steeds 1 m en een diameter van 10 cm in pvc-buizen omhoog is gehaald. De volledige serie is in het laboratorium van Deltares in Utrecht doormidden gezaagd, beschreven en door een uitgebreid team van specialisten bemonsterd (fig. 17). Van alle gehalveerde kernen is één helft bewaard en door het International Soil Reference and Information Centre (ISRIC) te Wageningen geconserveerd. De mooiste kern zal binnenkort het pronkstuk van het Archeologisch Steunpunt in een nieuw bezoekerscentrum in Hogebeintum gaan vormen.

In dit hoofdstuk worden de resultaten van het booronderzoek door de betrokken specialisten beschreven, met de nadruk op de opbouw, ouderdom en conservering van de terplagen onder de kerktoeren. Eerst wordt een overzicht gegeven van de archeologie en latere geschiedenis van de terp van Hogebeintum, op basis van informatie die al beschikbaar was voorafgaand aan het booronderzoek. Vervolgens worden de aanleiding en uitvoering van het booronderzoek toegelicht, waarna op het veelzijdige en soms zeer technische, specialistische onderzoek naar de natuurlijke lagen onder de terp, de terplagen zelf en het vondstmateriaal uit de boringen wordt ingegaan. Alle resultaten komen bij elkaar in de laatste paragraaf. In deze synthese worden ook de resultaten van het booronderzoek vergeleken met de resultaten van terponderzoek elders in Noord-Nederland, in het bijzonder met het steilkantonderzoek dat in 2011 in Oosterbeintum is uitgevoerd.

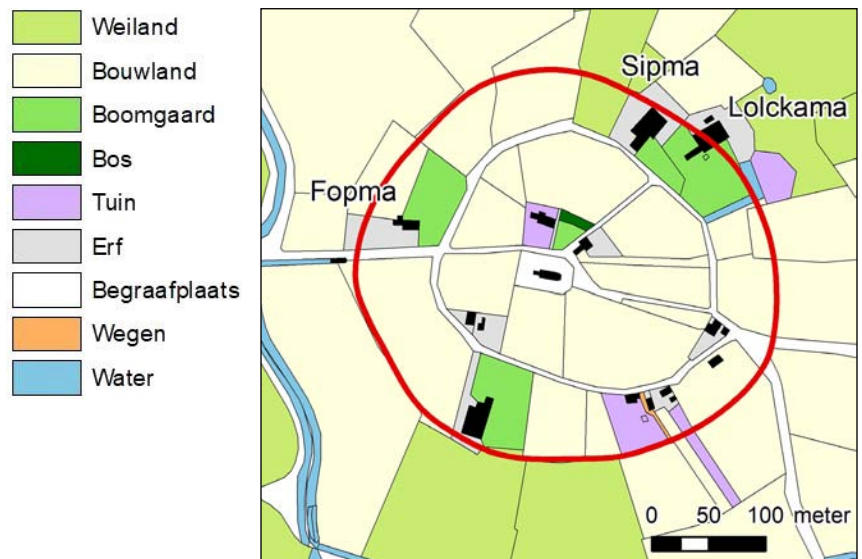
⁴ Zie www.friesmuseum.nl/te-zien-en-te-doen/tentoonstellingen/oog-in-oog-met-beitske. Zie ook hoofdstuk 1.

⁵ Heemstra & Sip 1988.

⁶ Voor de resultaten, zie hoofdstuk 2.

⁷ De beschrijving van deze boringen is ondertussen gepubliceerd (Van der Heiden *et al.* 2018).

Fig. 3 Kadastrale kaart uit 1832 van Hogebeintum en omgeving, met vier boerenerven (in drie gevallen met hun naam) op de terpfank. De omvang van de oorspronkelijke terp is met een rode lijn aangegeven. Uitsnede www.hisgis.nl; bewerkt door S. de Bruijn, provincie Fryslân.



2 De geschiedenis van een afgegraven terp (De Langen)

Met zijn indrukwekkende hoogte, omvang en radiale indeling, die zich voortzet tot in de directe omgeving, behoort de terp van Hogebeintum samen met zijn middeleeuwse kerk tot de archeologische en cultuurhistorische schatten van Friesland. Het feit dat de terp grotendeels is afgegraven, doet daar niets aan af. Sterker nog: de nogal dramatische hoogteverschillen die bij de commerciële afgravingen zijn ontstaan, tonen een bijzonder aspect van de 19de- en vroeg-20ste-eeuwse plattelands economie, zeker nu aan de voet van het terprestant een stuk rails met kipkarren aan de afvoer van de terpaarde herinnert (fig. 2).

De laatmiddeleeuwse vorm en indeling van de terp

De kadastrale kaart van 1832 geeft een goede indruk van de situatie van vóór de terpafraving (fig. 3). Op deze kaart is te zien dat rond het begin van de 19de eeuw op de rand van de terp nog drie boerderijen stonden. Van een vierde boerderij is de locatie nog aan te wijzen dankzij de perceelsvormen en de naam van de verdwenen boerderij: Fopma. De twee noord-oostelijke boerderijen dragen de namen Sipma en Lolckama. Op de zuidelijke boerderij is geen familienaam overgegaan. In het begin van de 19de eeuw was de terp zelf vrijwel geheel als akker in gebruik.

De boerenerven liggen buiten de rondweg die over de terp loopt. Vanuit deze weg leiden drie paden naar de top van de terp waarop het kerkhof te vinden is. Deze paden en enkele perceelgrenzen resulteren in een min of meer radiale indeling van de terp, een indeling die duidelijker is op de terprand en aangrenzende percelen. Een dergelijke indeling van agrarische terpnederzettingen en hun directe omgeving houdt verband met de landschappelijke omstandigheden: het biedt de beste mogelijkheid om in een redelijk vlak gebied zonder prominente, rechte kwelderwallen de verschillende gronden zo gelijk mogelijk onder de betrokken boeren te verdelen. De positie van de boerderijen op de uiterste rand van de terp namen zij waarschijnlijk vanaf 850 in, toen terpen als akkerare-

aal gingen dienen en daartoe ook verder werden uitgebreid.⁸ Na het midden van de 12de eeuw verlieten veel boeren ook deze positie op de rand van de oude terpen; zij bouwden hun boerderijen in het vlakke, voormalige kwelderland, vertrouwend op de bescherming die de eerste doorgaande winterdijken boden.

De radiale indeling van terp en omgeving is dus terug te voeren op een economisch principe, namelijk de wens om de bedrijven binnen een nederzetting een even goede toegang tot akker- en graslanden te bieden. In delen van het kweldergebied met doorlopende kwelderwallen ging men om hetzelfde resultaat te verkrijgen uit van een rechthoekige opdeling van het landschap, zoals in de blokvormige structuur van de hier gelegen terpen tot uiting komt.⁹ In oudere literatuur is er veel aandacht voor de fraaie vorm van de radiale terpen en worden deze ook wel als het ideaaltipe gezien. De Friese onderzoeker J.J. Spahr van der Hoek somde in 1961 de kenmerken op waaraan de ideale terp naar zijn mening had te voldoen.¹⁰ Hij herhaalde dit in 1970 en in dat spoor heeft H. M. van den Berg vervolgens de ruimtelijke indeling van Hogebeintum beoordeeld: 'de ruimtelijke structuur benadert het ideaaltipe zeer dicht', en de 'bebouwing ligt aan de buitenzijde van de ringweg, terwijl de radiale structuur, eveneens volgens het ideaaltipe, zich buiten het terpterrein over enige afstand in de kavelsloten voortzet'.¹¹ De terpen met blokvormige structuur tonen echter aan dat de radiale structuur niet als ideaaltipe moet worden gezien. Niettemin is de radiale vorm zeer karakteristiek voor bepaalde delen van het Fries-Groningse terpenlandschap. Het is dan ook terecht dat de wettelijke bescherming zich niet alleen op de terp van Hogebeintum richt, maar dat ook de radiale indeling van de omgeving onderdeel is van het archeologische rijksmonument.¹²

⁸ De Langen & Mol 2016; 2017.

⁹ Vergelijk de terpenrij bij Wijnaldum (Besteman *et al.* 1999, 2: fig. 1, 78-95: figs. 3-20).

¹⁰ Spahr van der Hoek 1970, 76: noot 10.

¹¹ Van den Berg 1981, 219. Verg. Prins 1981, 30, met kanttekeningen.

¹² ODB monumentnummer 45523.

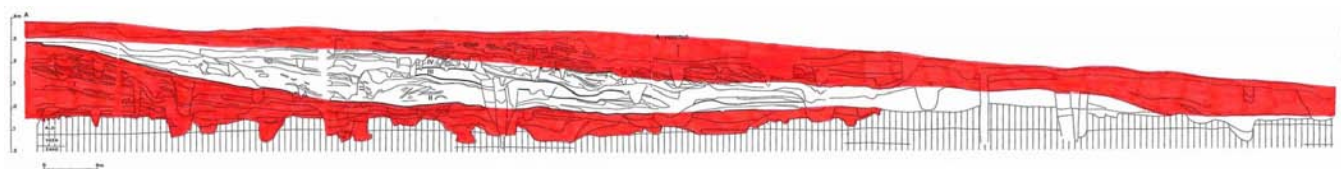


Fig. 4 Tekenning van het terpprofiel van Foudgum. De relatief steile terp uit de Romeinse tijd is in rood aangegeven. Jongere en minder steile, vroeg- en volmiddeleeuwse terpuutbreidingen zijn in wit en opnieuw in rood getoond. Naar De Langen & Mol 2016, fig. 3.

Hoogte en omvang van de terp

Het is opmerkelijk dat juist de bekendste terp van Friesland grotendeels verdwenen is. De populariteit van de Hogebeintumer terp is dan ook voor een belangrijk deel te danken aan de omstandigheid dat de steilkanten die de bij de afgravingen zijn ontstaan zo indrukwekkend zijn. Deze accentueren de hoogte van de terp en maken de markante verhoging met kerk bijzonder fotogeniek. Het hoogteverschil tussen de voet van de toren en het afgegraven perceel direct ten zuiden van de kerk bedraagt maar liefst 8 m!

De omgeving van de toren bevindt zich op een hoogte van gemiddeld 7,5 m +NAP. Het kerkhof ligt door alle begravingen iets hoger, tot maximaal 8,6 m +NAP ten noorden van het schip. Omdat het gehele kerkhof hoger ligt dan het pad erlangs, is aan te nemen dat het centrale deel van de terp nog eens extra is opgehoogd bij de bouw van de kerk. In de literatuur wordt de hoogte van de terp vaak gesteld op 8,8 m +NAP, maar dit gaat dus om een punt op het kerkhof. Het huidige AHN geeft vlak buiten het kerkhof circa 7,1 m +NAP als hoogste waarde aan, nagenoeg dezelfde hoogte die W.K. van der Veen in 1958 vermoedt als de oorspronkelijke top van de terp vóór de aanleg van het kerkhof.¹³

Wie van het kerkhof naar het oostelijke deel van de rondweg loopt, daalt af naar 1,60 m +NAP. Getuige de diepte van de afgravingen aan beide zijden van de rondweg is dan nog niet de rand van de feitelijke terp bereikt, zoals ook P.C.J.A. Boeles al opmerkte.¹⁴ Recent booronderzoek naast het huidige bezoekerscentrum heeft aangetoond dat de terp zich daar inderdaad tot buiten de rondweg uitstrekt.¹⁵ Afgaande op het reliëf aan de zuidoostzijde van de terp (waar de aanwezige huizen de afgraving van de terprand hebben verhinderd), het hoogteverloop van de wegen, en de omvang van de afgravingen, heeft de terp een diameter gehad van tussen de 340 en 370 m en daarmee een oppervlakte van ongeveer 9,8 hectare (fig. 3).¹⁶

Mogelijk bereikte de terp deze omvang pas in de loop van de volle middeleeuwen, zo tussen de 10de en 13de eeuw, tenminste wanneer we de terp van Hogebeintum met andere terpen mogen vergelijken. Wat omvang betreft lijkt de terp in ieder geval niet uitzonderlijk en is deze te scharen onder een grotere groep waartoe onder andere de terpen van Oosterbeintum en Foudgum behoren. De middeleeuwse terpgroei kan ook afgeleid worden uit de ligging van het

vroegmiddeleeuwse grafveld. Dit grafveld lag binnen de latere rondweg, op een diepte die beduidend lager was dan het huidige pad naar de kerk.¹⁷

Van de Foudgumer terp is bekend dat deze pas in de loop van de volle middeleeuwen zijn uiteindelijke omvang kreeg.¹⁸ De terp groeide toen vooral in de breedte en veel minder in de hoogte, zo blijkt uit het profiel dat in 1966 van deze terp kon worden vastgelegd (fig. 4). De terp bleef steken op ruim 4 m +NAP, dus zo'n 3 m lager dan de uiteindelijke hoogte van Hogebeintum. De 'kernterp' van Foudgum was in de Romeinse tijd nog beduidend kleiner en ook steiler dan de terp uit de vroege middeleeuwen. Interessant is dat de top van deze kernterp slechts 1 m lager lag dan de top van de volmiddeleeuwse terp, gerekend op een punt even buiten het kerkhof, dat evenals het kerkhof van Hogebeintum iets hoger reikt dan de verdere top van de terp. Wanneer de ontwikkeling van de Foudgumer terp als analogie wordt gebruikt en de vroeg- en volmiddeleeuwse ophoging niet meer dan 1 meter bedraagt, zou in Hogebeintum van een uitzonderlijk hoge en steile kernterp uit de Romeinse tijd sprake kunnen zijn.

Kerkstichting en dorpsvorming

De historische nederzettingsstructuur is terug te voeren tot de volle middeleeuwen en doet vermoeden dat Hogebeintum ten tijde van de kerkstichting een agrarische nederzetting was. Deze nederzetting zal zich zonder onderbreking uit de vroegmiddeleeuwse terp hebben ontwikkeld, getuige ook de datering van de bewoning volgens Knol.¹⁹ Het is dan ook geen verrassing om Hogebeintum aan te treffen in de oudste, uit de tweede helft van de 8ste eeuw daterende goederenlijst van het Bonifatiusklooster te Fulda, en wel onder de naam 'Bintheim'.²⁰ In een jongere lijst uit de 10de eeuw komt Hogebeintum voor als 'Westerbintheim', ter onderscheiding van 'Osterbinehheim' (Oosterbeintum).²¹ Deze naam wordt na de late middeleeuwen niet meer gebruikt; de laatste maal dat er in de overgeleverde bronnen van Westerbeintum sprake is, is in oorkonden uit 1418.²²

13 Van der Veen 1958, 5. Deze wordt geciteerd door Boeke (1966, 5), die het verschil opmerkt met de 11.35 m boven Fries zomerpeil (FZP = 0,66 m -NAP) die Boeles in 1906 noemt.

14 Boeles 1906, 396.

15 Van der Kroft 2017.

16 Boeles (1906, 396) noemt 9 hectare, 66 are en 73 centiare, op basis van de opmetingen in 1905 door J. van der Werf.

17 Boeles (1906, 400) vond het juist opmerkelijk dat de hoogste grafvondsten zich op circa 1 m boven NAP bevonden en dus in terpground. Maar zelfs dit hoogste niveau is nog altijd 2 à 2,5 m beneden oorspronkelijk laatmiddeleeuws maaiveld, gerekend naar de hoogte van het huidige oostelijke pad naar de kerk. Zelfs de schatvondst met de gouden en zilveren fibula, die buiten het grafveld was begraven, bevond zich 1,7 m beneden maaiveld (Nicolay 2014, 77).

18 De Langen 1992, 183-186; zie ook De Langen & Mol 2016, 104.

19 Knol 1993, 99.

20 Dronke 1844, cap. 7, p. 44 ev.; verg. Halbertsma 1963, 117.

21 Dronke 1844, cap. 37, p. 67-68; verg. Halbertsma 1963, 118.

22 Van Dijk 1993, 13.

Fig. 5 Tijdens het steilkantonderzoek te Oosterbeintum in 2011 kwamen onder een dikke laag kweldersediment een akkerlaag met eergetouwsporen uit de mid-den-ijzertijd tevoorschijn. Marco Bakker is de sporen aan het op-schaven. Foto © Rijksuniversiteit Groningen, Groninger Instituut voor Archeologie.



Aanvankelijk, dat wil zeggen vanaf de 10de eeuw, waren de bewoners van Hogebeintum parochianen van Ferwerd.²³ Het is niet bekend wanneer zij een eigen kerk kregen. Waarschijnlijk vond deze afsplitsing van de moederparochie Ferwerd plaats tussen 1050 en 1150, en is de kerk van Hogebeintum te rangschikken onder de oudste secundaire dochterkerken in het Noord-Nederlandse kustgebied.²⁴ Deze datering van de kerkelijke zelfstandigheid is bij gebrek aan andere bronnen gebaseerd op de bouwkundige kenmerken van het kerkgebouw, dat net als de terp van rijkswege beschermd is.²⁵ Het gaat om een eenbeukige, oorspronkelijk geheel tufstenen zaalkerk met een iets inspringende, rondgesloten absis. In deze gedaante moet de kerk zeer kleine vensters hebben gehad, waarvan tijdens de restauratie in het begin van de jaren 1960 sporen werden teruggevonden. Op basis hiervan wordt de kerk door Van den Berg vroeg gedateerd, te weten in de late 11de of vroege 12de eeuw.²⁶ Rond 1200²⁷ of mogelijk iets later²⁸ werd het gebouw in baksteen naar het westen verlengd en kreeg de kerk een bakstenen toren.²⁹

In de middeleeuwen konden kerken bescherming bieden aan handel en nijverheid, wat handelaren, nijverheidslieden, schippers en arbeiders ertoe kon bewegen zich in de nabijheid van de godshuizen te vestigen. Vooral nederzettingen met een oude moederkerk, mits verkeerskundig gunstig gelegen, werden zo verrijkt met hoofdzakelijk niet-agrarische buurten.³⁰ De ligging van Hogebeintum was in dat opzicht echter niet gunstig: niet op de doorgaande kwelderwal iets verder naar het noorden en evenmin op een strategische plaats binnen het netwerk van binnenwateren. Bovendien lag Hogebeintum dicht bij Ferwerd, dat zich wel tot een lokaal centrum ontwikkelde. Het is dan ook geen verrassing dat er van niet-agrarische bebouwing rond de dochterkerk in Hogebeintum nauwelijks sprake was.

Bewoningsgeschiedenis van de terp

Hogebeintum en Oosterbeintum vormen voor de archeologie van Oostergo een bijzonder paar. Beide hebben voor Oostergo zeldzame vondsten uit de vroegste bewoningsfase van het Noord-Nederlandse kleigebied prijsgegeven. Op de kaart die Taayke voor Oostergo in die vroegste fase (ca. 600-400 v.Chr.) heeft vervaardigd, vertegenwoordigen zij twee van de drie zekere vindplaatsen.³¹ Blijkbaar was hun locatie nabij een naderhand dichtgeslibde priel al vroeg geschikt voor bewoning. De gunstige ligging op hogere delen van de kwelder langs deze priel bleek ook tijdens het steilkantonderzoek in Oosterbeintum, waar in 2011 eergetouwsporen uit de mid-den-ijzertijd (ca. 500-200 v.Chr.) aan het licht kwamen (fig. 5).³² Sinds de ijzertijd waren de locaties van Hogebeintum en Oosterbeintum bewoond, of althans: van beide terpen zijn

23 De Langen & Noomen 1996, 25; zie ook De Langen & Mol 2017, 42-43, 46 en bijlage 1.

24 Secundaire dochterkerken: Gedurende de late 10de eeuw werden in het Noord-Nederlandse kustgebied de eerste territoriale parochies gevormd. Al in de eerste helft van de 11de eeuw kwamen de eerste afsplitsingen tot stand, toen de eerste dochterkerken werden gesticht, nog steeds onder regie van de bisschop (al dan niet in samenwerking met de in het kustgebied vertegenwoordigde rijksabdijen). In de eeuw erna (ca. 1050-1150) nam het aantal nieuwe kerken verder toe, doch niet langer uitsluitend op initiatief van de bisschop, aangezien ook de lokale adel kerken ging stichten en die vervolgens ook zoveel mogelijk in eigen regie hield. Deze jonge kerken kunnen worden aangeduid als 'secundaire dochterkerken' (zie De Langen & Mol 2017).

25 ODB monumentnummer 15628.

26 Van den Berg 1981, 224; gevolgd door Ten Hoeve 1986, 19; verg. Boeke 1966, 23.

27 Van den Berg 1981, 224.

28 Van der Waard & Van Voorn 2016, 17.

29 Hielkema 2016; Van der Waard & Van Voorn 2016.

30 Zie De Langen & Mol 2016; 2017.

31 Taayke 1996 IV, 132-133; de derde terp is Blija-Vaardeburen.

32 Nicolay 2016b; zie de synthese van dit hoofdstuk.



Fig. 6 Voor- en achterzijde van de gouden voorplaat van een ringvormige fibula, versierd met gouddraad en vier benen knoppen. De fibula komt uit een crematiegraf (nr. 112) in het vroegmiddeleeuwse grafveld van Hogebeintum. Doorsnede ring 4,9 cm. Collectie Fries Museum, Leeuwarden; foto's M. Kooistra & J. van der Veer.



Fig. 7 Schatvondst uit de terp van Hogebeintum, bestaande uit een *disc-on-bow* fibula, een kralensnoer en enkele zilveren vingerringen. De fibula heeft een zilveren kern, bekleed met goudblik dat aan de voorzijde met gouden knoppen en gouddraad is versierd. Lengte fibula 13,5 cm. Collectie Fries Museum, Leeuwarden; foto M. Kooistra.

vondsten uit alle volgende bewoningsperiodes tot en met de laat-Romeinse tijd bekend.³³ De terpen kunnen evenwel tussentijds verlaten zijn geweest, zoals bijvoorbeeld blijkt uit de dikke laag kweldersediment waarmee de opgegraven akker in Oosterbeintum werd afgedekt. Wanneer de terpbouw op beide locaties startte, is onzeker. Zeker in de Romeinse tijd was er sprake van huispodia, die in Oosterbeintum spoedig tot een omvangrijk terplichaam aaneengroeiden.³⁴

Zonder nader onderzoek is niet uit te maken of Hogebeintum en Oosterbeintum tijdens het 4de-eeuwse bewoningshiaat onbewoond waren. Bekend is dat de kuststrook in deze tijd grotendeels maar zeker niet volledig ver-

laten werd.³⁵ Duidelijk in de 4de eeuw gedateerde vondsten zijn uit Hogebeintum of Oosterbeintum echter niet bekend. Hoe het ook zij, de terpen zullen zeker vanaf 400/450 (weer) bewoond zijn geweest, zoals blijkt uit de ouderdom van de grafvelden die op beide locaties zijn opgegraven.³⁶ De commerciële terpafgraving die in 1905 in Hogebeintum tot de ontdekking van de begravingen had geleid, werd op instigatie van Boeles door een vondstenverzamelaar begeleid, die individuele graven schetsmatig optekende.³⁷ In hoofdstuk 5

³³ Taayke 1996 IV, 132-141.

³⁴ Nicolay 2016b; zie paragraaf 14.

³⁵ Voor incidentele continuïteit van bewoning in Friesland, zie Nieuwhof 2016.

³⁶ Zie ook de datering van de terp door Knol (1993, 99): uit elk van de door hem tussen 350 en 900 n.Chr. onderscheiden perioden zijn vondsten bekend.

³⁷ Boeles 1906. Zie hoofdstuk 4.

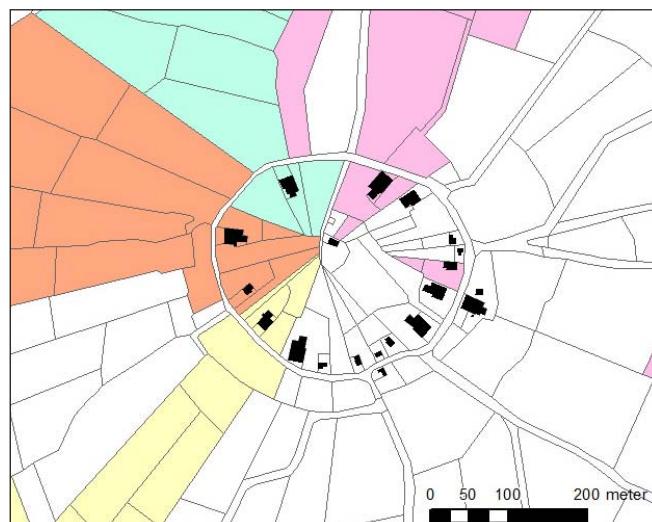


Fig. 8 Kadastrale kaart uit 1832 van de wierde Biessum, in het Groningse Fivelgo. Zowel de wierde als het omliggende land zijn radiaal ingedeeld. De kaart rechts toont hoe deze indeling samenhangt met het eigendom van vier afzonderlijke boeren. Kaartenwww.hisgis.nl; bewerkt door S. de Bruin, provincie Fryslân.

wordt volop aandacht aan dit grafveld besteed. Het grafveld van Oosterbeintum is het eerste en enige vroegmiddeleeuwse grafveld dat op moderne wijze werd opgegraven, waarbij in 1988 en 1989 veel aandacht kon uitgaan naar onder meer de resten van het crematieritueel.³⁸ Een ringfibula uit het grafveld van Hogebeintum behoort tot de groep meest waardevolle voorwerpen uit het Noord-Nederlandse kustgebied (fig. 6). Een tegenhanger vormt de gouden en zilveren *disc-on-bow* fibula die in 1907 op enige afstand van het grafveld aan het licht kwam (fig. 7). Deze mantelspelden geven aan dat in de late 6de en vroege 7de eeuw leden van de regionale elite in Hogebeintum woonachtig waren.³⁹

De huizen van de terpbewoners uit de ijzertijd, de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen zullen bij elkaar op of nabij de top van de terp hebben gestaan, al dan niet op individueel opgehoogde huispodia. Voor de ruimtelijke ontwikkeling van de terpnederzettingen moeten we naar andere terpen kijken, omdat er in Hogebeintum nooit vlakdekkend is opgegraven. Terwijl de vroegmiddeleeuwse huizen in Hallum tot 850 nagenoeg op dezelfde plaats bleven, schoven deze in Wijnaldum en Foudgum steeds iets van de woonkern uit de Romeinse tijd af.⁴⁰ Na 850 versnelde deze beweging nog. Volgens het eerder genoemde model groeiden de terpen na 850 aanzienlijk in omvang en stonden de boerderijen op de randen van deze steeds grotere 'akkerterpen'. De analogie met Foudgum en de continue bewoning van Hogebeintum maken het verleidelijk om te veronderstellen dat ook in Hogebeintum al voor 850 elk nieuw huis in vergelijking met zijn voorganger iets van de terp afschoof, al is hiervoor geen concreet bewijs te leveren.

Het is goed mogelijk dat de historisch bekende boerderijen direct rondom de terp zijn terug te voeren tot de vroegmiddeleeuwse boerderijen, ook al weten we niet hoeveel dat er vanaf de 5de eeuw in Hogebeintum zijn geweest. Als we af mogen gaan op het aantal personen dat gelijktijdig in

Oosterbeintum was begraven, kunnen dat er daar drie tot vijf zijn geweest.⁴¹ Wanneer het even ten zuidwesten van het dorp gelegen Harstastate eveneens terug te voeren is op een voorganger op de terp, komen we voor Hogebeintum op vijf boerderijen uit. We weten echter niet precies op welke wijze de bedijkingen het oude nederzettingspatroon hebben veranderd en het is niet uit te sluiten dat de terpen vroeger veel dichter werden bewoond dan de historische gegevens lijken aan te geven. Een terp als die van Biessum nabij Delfzijl, die in grootte vergelijkbaar is met die van Hogebeintum, bood in 1832 ruimte aan negen boerderijen (fig. 8). Dat kan een goede afspiegeling zijn van de volmiddeleeuwse situatie, die hier gefixeerd was als gevolg van de bijzondere landschappelijke omstandigheden. Waar elders boeren de oude terpen durfden te verlaten, kon de terp van Biessum tot in de late middeleeuwen zijn boerderijen vasthouden omdat de dreigende Eems het te risicovol maakte om ze op de vlakke kwelder te bouwen.⁴² Voor de terp van Arwerd bij Krewerd, eveneens in Fivelgo, is schriftelijk bewijs dat er in de 10de eeuw zeven boerderijen waren.⁴³

Dankzij bronnen uit historische tijd weten we bovendien dat boerenbedrijven niet het eeuwige leven hadden en konden verdwijnen door opheffing, fusie en splitsing. Deze bronnen tonen verder aan dat ze niet alle even groot waren (fig. 8). Het is mogelijk dat een dergelijke dynamiek en diversiteit ook voor de vroeg- en laatmiddeleeuwse boerenbedrijven gold. Voor Hogebeintum is bijvoorbeeld bekend dat drie van de vier boerderijen die in de late middeleeuwen op de terp stonden omstreeks 1250 in handen kwamen van het klooster Foswerd, ten zuiden van Ferwerd.⁴⁴ In de literatuur wordt melding gemaakt van de aanwezigheid in het dorp van een uithof van het klooster, maar hiervoor ontbreken de bewij-

38 Knol *et al.* 1996a; 1996b.

39 Zie Nicolay 2014; zie ook Nicolay 2016a.

40 Tuinstra & Veldhuis 2011, 30-66: fasen V-X (Hallum); Gerrets & De Koning 1999 (Wijnaldum); De Langen 1992, 183-186 (Foudgum).

41 Knol *et al.* 1996a, 351.

42 De Langen & Mol 2016, 109.

43 Noomen 1996, 60.

44 Zie www.hisgis.nl, kaartlaag kloostergoederen.

zen.⁴⁵ Wel was Feenstrahuis, dat op enige afstand van de terp in het zuiden van het dorpsgebied lag, een uithof van klooster Foswerd. Het werd in 1511 door de abt verpacht en na de kloostertijd, in de 18de eeuw, opgesplitst.⁴⁶

Van Hogebeintum is niet bekend hoeveel boerderijen er in de volle middeleeuwen op de terp stonden. We zijn het best geïnformeerd over de vroege middeleeuwen. Op grond van het aantal graven in het grafveld berekende Knol het gemiddeld aantal inwoners op 63 personen voor de 5de tot 7de eeuw.⁴⁷ Als wordt aangenomen dat er gemiddeld zes personen in een huis woonden, betekent dat een aantal van tien tot elf gelijktijdige boerderijen. Over vroegere periodes hebben we geen vergelijkbare informatie. Was Hogebeintum toen een bescheiden nederzetting met een of twee huizen, zoals het gelijktijdige Leeuwarden, of was het groter en te vergelijken met het relatief belangrijke en radiaal ingerichte Ezinge uit de Romeinse tijd?⁴⁸ Gezien de ouderdom van bewoning en de uitzonderlijke hoogte die de terp wellicht al in de Romeinse tijd had, lijkt de tweede optie toch wel de meest waarschijnlijke.

Afgraving van de terp

Al op 12 oktober 1870 werd van Hogebeintum een aanzienlijke partij terpaarde verkocht, gevolgd door transacties in de daarop volgende decennia.⁴⁹ Het lijkt erop dat de afgravingen kleinschalig startten, of althans in het begin incidenteel plaatsvonden, en rond de eeuwwisseling overgingen in een goed geleide onderneming met een hoge omzet. In september 1905 was in elk geval een groot deel van de terp verdwenen, zoals de door Boeles gepubliceerde plattegrond laat zien (zie hoofdstuk 4).⁵⁰ Binnen de ringweg was toen nog maar een klein deel onbebouwde 'akkerterp' over. Ook buiten de ringweg waren afgravingen geweest.

De afgravingen werden vanaf 1901 door Boeles namens het Fries Genootschap nu en dan bezocht. Hij had met de terpeigenaren afgesproken dat de oudheden die door de vaste terparbeiders tijdens het afsteken van de terpgrond werden gevonden door hun opzichter of terpbaas voor het Fries Museum werden ingezameld. In 1905 waren acht vaste arbeiders bezig van het voorjaar tot in het late najaar om de terp loodrecht af te graven, zowel ten noorden als ten zuiden van de kerk. Elke week werd een wigvormige strook of 'klamp' afgegraven. De terpaarde werd van boven in een klaarstaande ijzeren kipkar gegooid, waarna deze over rails naar de opslagplaats werd gereden om daar te worden gelost. Vervolgens laadden terpschippers de aarde over in hun sche-



Fig. 9 Uitsnede van het Algemeen Hoogtebestand Nederland, waarop de enorme hoogteverschillen tussen het nog intacte deel (donkerrood: hoogtes tussen ca. 2 en ruim 8,5 m +NAP) en het afgegraven deel (paars: tussen ca. 0,5 en 1 m -NAP) van de terp Hogebeintum te zien zijn. De afgegraven delen liggen veel dieper dan de omliggende kwelder (groen-geel: hoogtes tussen ca. 0,5 en 1 m +NAP). Uitsnede www.ahn.nl; bewerkt door S. de Bruijn, provincie Fryslân.

pen. Vondsten die door de schippers werden gedaan, waren voor hen. Voorafgaand aan de introductie van de kipkar (een tiental jaren voor 1905, aldus Boeles) waren er geen vaste terparbeiders in dienst, groeven de schippers zelf de terp af en kwamen zo alle archeologische vondsten in hun handen.⁵¹ De grotere economische efficiëntie die met de kipkar werd bereikt, resulteerde vanuit het oogpunt van de archeologie dus in voor- en nadelen: het bodemarchief verdween weliswaar sneller dan voorheen, maar meer vondsten maakten een kans in de collectie van het Fries Museum te belanden.

Nadat op 23 september 1904 een grafveld aan snee gekomen was, stelde Boeles aan het bestuur van het Fries Genootschap voor om de opgraving met ingang van het eerstvolgende jaar onder dagelijks toezicht te plaatsen. Het advies werd opgevolgd en vanaf 25 maart 1905 startte J. van der Werf, polytechnisch student te Delft, met de opdracht een kaart van de terp te maken, vondsten daarop aan te tekenen en deze desgewenst te fotograferen.⁵² Het Genootschap gaf ruchtbaarheid aan de ontwikkelingen en het nieuws werd goed opgepakt, waardoor de opgraving vele bezoekers trok.

Binnen vijf jaar nadat Boeles toezicht had geregeld, werd de afgraving van de terp beëindigd. Alle onbebouwde delen van de terp waren op dat moment weggespit. De kerk en huizen op het hoogste deel van de terp werden rondom omgeven door diepe afgronden met glad afgestoken wanden (fig. 9). De afgraving van de terp buiten de ringweg werd ook tot een einde gebracht. In navolging van het eerder verdwenen erf van boerderij Fopma werden ook de erven van Sipma en de

45 Pers. meded. J.A. Mol (Fryske Akademy). Boeke (1966, 12) gaat met zijn opmerking 'Hegebeintum was vroeger een uithof van dit klooster' verder dan zijn bron Van der Veen (1958, 52), die verwijst naar de aanwezigheid van een voorwerk van klooster Foswerd in het dorpsgebied van Hogebeintum. Zie ook Van den Berg (1981, 222), die verwijst naar Schoengen (1942).

46 Van Dijk 1993, 28-30, 92-93.

47 Knol 1993, 163; zie ook hoofdstuk 5.

48 Zie Nicolay 2008 (Leeuwarden); De Langen & Waterbolk 1989; Nieuw-hof, in voorb. (Ezingen).

49 Voor 1870, 1872, 1878 en 1893: *Leeuwarder Courant* volgens www.de-krantvantoen.nl; volgens Wumkes 1934, 587 is de terp in 1896 'in afgraving'. Voor 1870, 1873, 1885, 1896 en 1897: Boeke 1966, 5-6, met verwijzingen naar Wumkes (1934) en het Kerkvoogdijboek Hogebeintum (deel 1892 ev.). Zie ook hoofdstuk 4.

50 Boeles 1906, de kaart volgend op pagina 430.

51 Boeles 1906, 393-394.

52 Boeles 1906, 394-396 en 396-398 voor bespreking van de kaart (afbeelding ervan tegenover p. 430); voor de het resultaat van de opmetingen door Van der Werf (en diens opvolger J.P. Wiersma), zie ook Knol 1993, 162.

zuidelijke boerderij langs de ringweg afgegraven. Van de vijf paden naar de top van de terp bleven er drie over, alle op een hoge smalle richel (fig. 3 en 9).

Kwetsbaarheid van het terprestant: afkalving en restauratie

De grootschalige afgravingen maakten het terprestant en de bebouwing erop kwetsbaarder. De meeste terpen, zo ook die van Hogebeintum, bestaan uit verschillende lagen met een eigen samenstelling. Zo zijn schone kleiige ophogingslagen te onderscheiden van mestrijke lagen en afvallagen die voor een groot deel uit organisch materiaal bestaan. Deze lagen hebben elk hun bijzondere eigenschappen. Schone ophogingslagen van kwelderzoden zijn meestal stabiel en geschikt om op te bouwen. Zelfs humeuze lagen kunnen druk verdragen, mits zij hun vochtigheid behouden. Bij uitdroging zullen deze lagen echter gaan inklinken. Wanneer een gebouw gedeeltelijk op een humeuze laag is opgetrokken, is verzakking bij uitdroging van de ondergrond vaak het gevolg.

De afgravers groeven zoveel mogelijk grond weg en lieten steile taluds achter. Hun drijfveer was winstbejag en zij zulden niet gedacht hebben aan de mogelijk nadelige effecten van uitdroging en differentiële klink. Met de kennis van nu is wel duidelijk dat de verzakking van de toren op zijn minst zal zijn verergerd door indirecte gevolgen van de afgravingen, maar het is goed mogelijk dat vlak na de afgraving deze gevolgen niet werden voorzien. Gebreken aan gebouwen kunnen ook optreden wanneer er helemaal geen sprake is van uitdroging, maar simpelweg als gevolg van de druk die het gebouw zelf uitoefent. Juist dat maakt het moeilijk om uit te maken in hoeverre de instabiliteit van de ondergrond specifiek door de afgraving werd veroorzaakt.⁵³ In elk geval was de grond onder de toren van Hogebeintum al ver voor de afgravingen bepaald niet stabiel. Tijdens de recente restauratie kon worden vastgesteld dat het fundament van de eerste bakstenen toren in de loop der tijd naar het zuiden was verzakt, wat er mede de oorzaak van zal zijn geweest dat in de 17de of 18de eeuw de bouw van een nieuwe toren nodig was.⁵⁴ Ook de rest van de kerk stond niet stevig genoeg. Vlak na de Tweede Wereldoorlog moest worden vastgesteld dat de staat van het dak en vooral de toestand van de muren van het kerkgebouw om 'een aanzienlijke verandering en versteviging' vroegen.⁵⁵

Begin 1981 reageerde het bestuur van de Stichting Alde Fryske Tsjerken in beginsel positief op het verzoek van de kerkvoogdij om de kerk van Hogebeintum over te nemen.⁵⁶ De daaropvolgende onderhandeling verliepen gunstig en op woensdag 13 oktober 1982 voltrok zich de officiële overdracht van kerk en toren.⁵⁷ In april 1986 noemde de stichting de kerk van Hogebeintum 'een pronkstuk voor Friesland' en een 'zeer toeristisch gelegen kerk waar zo'n 4000 bezoekers per jaar

naar toe gaan'.⁵⁸ In november van dat jaar stelde zij vast dat hun oproep om de kerk te gaan bekijken effect heeft gehad, want het aantal bezoekers dat Hogebeintum in de zomerperiode van 1986 aandeed bleek tot 4500 te zijn geklommen, een aantal waarmee men toen klaarblijkelijk meer dan tevreden was.

Maar de stichting liet ook grote zorgen doorklinken in het bericht dat met de kop 'Hogebeintum Monument van de Maand' toch zo hoopvol begon.⁵⁹ Er was sprake van verzakkingen in en rond de kerk. De kerkvloer was gescheurd en de toren was in beweging: 'de toer hellet oer' ('de toren helt over'). Er werden over recente scheuren glasplaatjes aangebracht, die de kwetsbaarheid van het eeuwenoude gebouw controleerbaar maakten en bovendien voor het brede publiek aanschouwelijk en actueel, vooral nadat de eerste plaatjes geknapt bleken te zijn. De oorzaak van de problemen werd door het bestuur toen al gezocht bij de terpondergrond, die door het gewicht van de kerk en de andere bebouwing versneld verzakte. Naar de achterliggende oorzaken was het nog zoeken. Men dacht aan de terpaafgraving en aan het grondwaterpeil dat in het kader van de ruilverkaveling was aangepast. De oplossing die de verzakking moest stoppen, werd nog niet gevonden.⁶⁰

In april 1988 meldde het bestuur dat de situatie in Hogebeintum was verslechterd: "Tenslotte nog iets over de verontrustende berichten in de regionale en landelijke courant over de terp van Hogebeintum. Door de overvloedige regen van de laatste tijd is het terplachaam met water verzadigd waardoor de taluds plaatselijk instabiel zijn geworden. Zo is, over een lengte van meer dan 10 m, de berm van de oostelijke oprit naar de kerk verzakt."⁶¹ De afkalving, die op 2 februari had plaatsgehad, werd op 14 april door Evert Kramer van het Fries Museum geïnspecteerd. Hij was in gezelschap van Gilles de Langen, de secretaris van de Vereniging voor Terpenonderzoek, uit wiens verslag is op te maken dat vooral de verzakking aanleiding gaf tot de oprichting van de stichting Redt Hogebeintum, die als doel had fondsen te werven voor maatregelen die het verzakkingsproces zouden stoppen. Gedacht werd aan het aanbrengen van een grondwal langs alle steile hellingen. Dit initiatief werd gesteund door een comité van aanbeveling waarin ook de Vereniging voor Terpenonderzoek vertegenwoordigd was.⁶²

In opdracht van de gemeente Ferwerderadeel voerde Grondmechanica Delft nog datzelfde jaar een onderzoek uit naar de oorzaken van de grondafschuiving.⁶³ Daartoe werden haaks op de kerk vier gutsboringen gezet: twee aan weerszijden van de kerk, een in het steile talud van de terp en een in de terpzool. Later zijn op de plaats van twee van deze boringen

53 Voor problemen met andere kerktorens, zie Van der Meer 1991.

54 Van der Waard & Van Voorn 2016, 17, 24. Zie verder hoofdstuk 2.

55 Dit gaf aanleiding tot de restauratie van 1962-1965 (Boeke 1966, 51-58). De kerk had in de jaren 1920 een betonnen vloer gekregen (Van den Berg 1981, 222).

56 Mededelingen 22 (van de S.A.F.T.; april 1981), in *Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken* 3.

57 Mededelingen 25 (van de S.A.F.T.; oktober 1982), in *Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken* 3.

58 Keppelstok, Publikatie 32 (april 1986), IV-7, in *Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken* 4.

59 Ter gelegenheid van Monument van de Maand verscheen een apart boekje over kerk en terp: Ten Hoeve 1986.

60 Keppelstok, Mededelingen (door het bestuur van de S.A.F.T.); publikatie 33 (november 1986), IV-25-31, m.n. 27-28, in *Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken* 4. Ten Hoeve (1986, 11) is meer uitgesproken wanneer hij schrijft over de vervelende nawerkingen van de terpaafgraving.

61 Keppelstok, Mededelingen (van de voorzitter van de S.A.F.T.); publikatie 36 (april 1988), IV-116/117, in *Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken* 4.

62 De Langen 1989, 144-146.

63 Heemstra & Sip 1988.

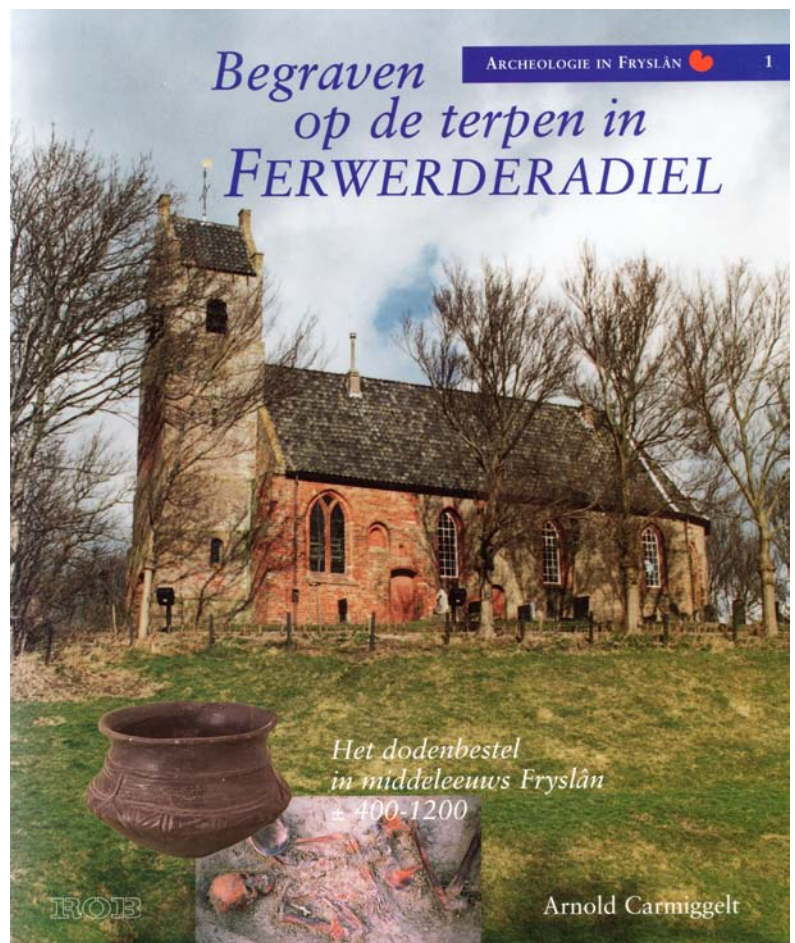
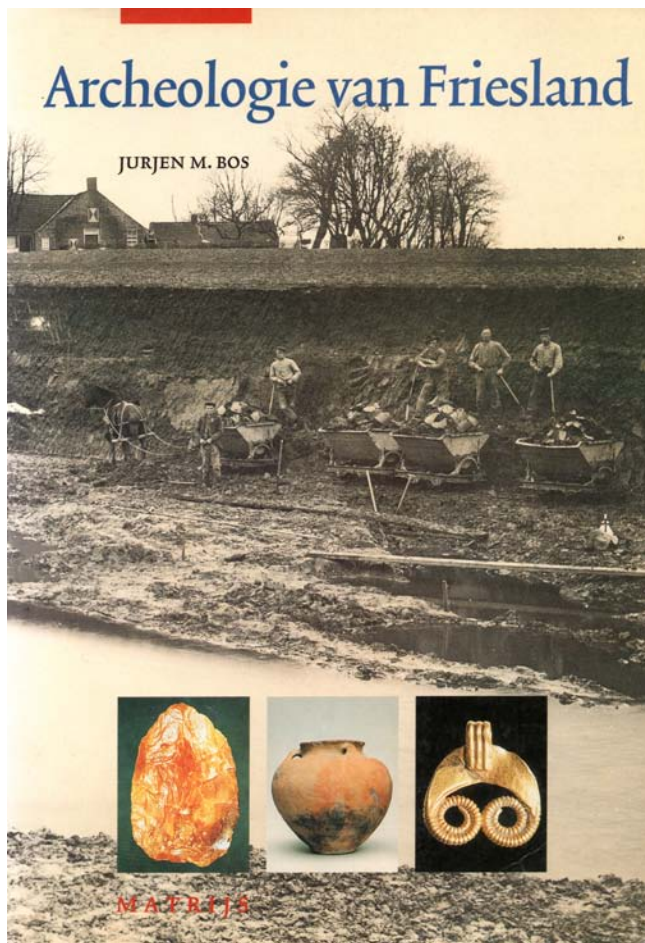


Fig. 10 De omslag van twee boeken over de terparcheologie van Friesland, met de afgraving van de terp van Hogebeintum en de monumentale kerk bovenop deze terp prominent in beeld.

boorkernen met een doorsnede van 6,6 cm omhoog gehaald die werden meegenomen naar Delft voor nader onderzoek (fig. 13 en 15). Er werd tijdens het onderzoek gekeken naar de opbouw van de terp, naar de grondwaterspiegel in relatie tot deze opbouw en naar de stabiliteit van de terp(rand). De conclusie was dat verzakking vooral het gevolg was van het uitdrogen en oxideren van de mestlagen onder in te terp en van een te hoge zijwaartse belasting van de terpranden. De voorgestelde oplossing was eenvoudig: het aanbrengen van een schuin aflopende berm van klei die verdere uitdroging zou voorkomen en voor tegendruk moest zorgen.

De dramatiek van het verschuiven van 60 kubieke meter grond uit de oprit naar de kerk maakte mogelijk wat eerst onhaalbaar leek: het bijeenbrengen van de voor de terpresauratie benodigde 1,2 miljoen gulden. Dankzij een financiële ondersteuning door het ministerie van WVC, de provincie Friesland, de gemeente Ferwerderadiel en de genoemde stichting kon medio 1989 daadwerkelijk met het aanbrengen van 'een zogenaamde dijktauld' worden begonnen.⁶⁴ In november 1989 meldde de voorzitter van Alde Fryske Tsjerken dat het gedeelte ten zuiden van de kerk 'behoorlijk is verstevigd' en dat 'het nu afwachten is of het terplichaam tot rust zal komen. Daarna kunnen maatregelen voor deze kerk

worden onderzocht'.⁶⁵ Men was er klaarblijkelijk van overtuigd dat de maatregel afdoende was: in 1990 werkte men het voegwerk van de toren bij.⁶⁶ De stichting Redt Hogebeintum bleef actief. Zo publiceerde zij in 1996 een wandeling door Hogebeintum.⁶⁷

Het gaat wellicht te ver om in geval van de terpen van Hogebeintum en Oosterbeintum van een zekere lotsverbondenheid te spreken, maar feit is wel dat op die 14de april door Kramer en zijn reisgenoot ook de tweede terp werd aangedaan en wel omdat ook deze kort voordien het slachtoffer van aantasting was geworden. Aanleiding vormde een bij het Fries Museum gemelde vondst van een met menselijke crematie gevulde urn en een menselijk schedeldak, aangetroffen in een sterk afbrokkelende slootkant.⁶⁸ Omdat verlaging van de grondwaterstand de nog ongestoorde resten van het hier ontdekte vroegmiddeleeuwse grafveld zou aantasten, werd besloten tot een gedeeltelijke opgraving, die na de zomer inderdaad van start ging en in het volgende jaar kon worden afgerond.⁶⁹

⁶⁵ Keppelstok, Stichtingsnieuws, van de voorzitter (van de S.A.F.T.); publicatie 39 (november 1989), IV-189/190, in *Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken* 4.

⁶⁶ Banga 1990, 189-190.

⁶⁷ Stichting Redt Hogebeintum 1996.

⁶⁸ De Langen 1989, 146-147; zie ook. Knol *et al.* 1996a, 245.

⁶⁹ Knol *et al.* 1996a, 249.

⁶⁴ Dijkstra 1992, 5.

Hogebeintum als icoon, bezoekerscentrum en archeologisch steunpunt

Het was in deze jaren archeologisch gezien dus ‘druk’ op beide terpen en de hierop volgende ontwikkelingen zouden leiden tot een nog nauwere onderlinge relatie, zowel inhoudelijk als publicitair. Allereerst kreeg het archeologische onderzoek een belangrijke inhoudelijke doorontwikkeling dankzij het onderzoek van Egge Knol naar de vroegmiddeleeuwse bewoningsgeschiedenis van het kustgebied van Noord-Nederland. De grafvelden van Hogebeintum en Oosterbeintum waren belangrijk voor dit onderzoek dankzij hun omvang en informatiewaarde, en werden zelf dankzij deze studie in een breder kader geplaatst.⁷⁰ De definitieve uitwerking maakte het grafveld van Oosterbeintum een nog rijkere bron dan bij aanvang van het veldwerk al werd gehoopt.⁷¹

Begin jaren 1990 kon en wilde geen promotor van de Friese archeologie meer om Hogebeintum heen, ook provinciaal archeoloog Jurjen Bos niet, ondanks dat hij met zijn opgravingen in Wijnaldum toch een geduchte concurrent van Friesland's hoogste terp naar voren schoof. Niet meer weg te denken uit de beeldbank van het Friese terpenonderzoek werd de meest bekende foto van de commerciële afgraving van Hogebeintum, door hem uitgekozen om de omslag van zijn publicatieboek *‘Archeologie van Friesland’* te sieren (fig. 10). Het was bij het verschijnen van dit boek in 1995 wel duidelijk dat Hogebeintum zijn status als icoon van de Friese archeologie niet meer zou verliezen.

In de jaren 1990 leefde bij de gemeente Ferwerderadiel de wens om de terpenarcheologie voor toerisme beter uit te nutten. Gepoogd werd om een nationaal terpeninformatiecentrum tot ontwikkeling te brengen en om in dit kader ‘Hogebeintum’ te koppelen aan een initiatief buitendijks, met andere woorden om natuur- aan cultuurtoerisme te verbinden. Welke inhoudelijke kansen er ook lagen, verschillende rapporten wezen op de financiële onhaalbaarheid van het plan. Ondanks dat de ambitie niet kon worden gerealiseerd, was Hogebeintum door alle aandacht wel bekend geworden en dus aantrekkelijker voor de cultuurtoerist. Bezoekersaantallen bleven groeien, mede dankzij de reclame die door de *Stichting Foar Rekreaasje en Toerisme yn de Gemeente Ferwerderadiel*⁷² werd verzorgd. De gasten konden inmiddels worden verwelkomt in een bescheiden bezoekers- en informatiecentrum aan de voet van de terp.

In 1999 werd besloten aansluiting te zoeken bij het initiatief van de provincie Friesland, die wilde gaan bouwen aan een netwerk van kleine tentoonstellingen die thematisch waren ingericht. Deze ‘archeologische steunpunten’ zouden steeds ergens te gast zijn en zo ook op de lange termijn betaalbaar blijven. De cultuurtoerist zou zo toch toegang kunnen krijgen tot een hoogwaardige en brede presentatie van de Friese archeologie. Elk steunpunt zou een thema belichten dat het beste paste bij de streek of plaats en wat lag er meer voor de hand dan in Hogebeintum de nadruk te leggen op het vroegmiddeleeuwse grafritueel? De kleine tentoonstelling



Fig. 11 Jos Stöver van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed steekt zijn hand in een brede scheur in het muurwerk op de plek waar de oostgevel van de toren aansluit op de westmuur van de kerk. Foto (met zelfontspanner) J. Stöver, mei 2015.

die vanaf 21 oktober 2000 voor publiek toegankelijk was, ging vergezeld van een videopresentatie en een TRAP-fietsroute met boekje.⁷³ De fietsroute leidde de belangstellenden langs archeologische en cultuurhistorische routes, waaronder natuurlijk ook Oosterbeintum. Wie zich verder wenste te verdiepen in het onderwerp kon in het themaboek *‘Begraven op de terpen in Ferwerderadiel’* verder lezen (fig. 10).⁷⁴

Hoewel bij de ontwikkeling van de steunpunten dankbaar werd voortgebouwd op de archeologische routes en de thema-boeken zoals die door de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek waren ontwikkeld, was het totale Friese plan toch behoorlijk vernieuwend. Dat was ook landelijk niet onopgemerkt gebleven. Op 8 november 2001 mochten de eerste drie steunpunten, te Hogebeintum, Oudebildtziyl en Wijnaldum, tijdens de Reuvensdagen samen de landelijke Ym van der Werff-Prijs voor archeologische monumentenzorg in ontvangst nemen.

⁷⁰ Knol 1993, o.a. 159-163.

⁷¹ Knol et al. 1996a.

⁷² De huidige *Stichting TERP Hegebeintum kennis- en ynformaasjesintrum*.

⁷³ Reijers 2000.

⁷⁴ Carmiggelt 2000.

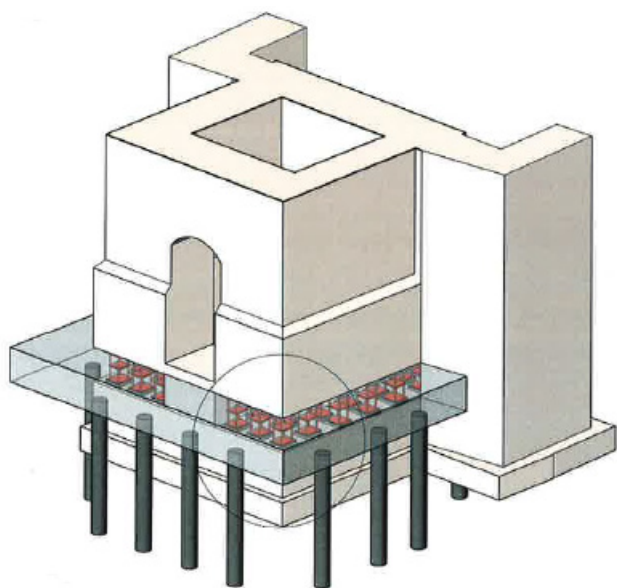


Fig. 12 Schematische voorstelling van de nieuwe torenfundering. Vastgeklemd in een betonnen manchetsysteem wordt de toren op betonnen palen gezet die tot in het dekzand reiken. Het manchetsysteem is met metalen 'stoeltjes', weergegeven in rood, aan het metselwerk van de toren verankerd. Figuur Ingenieursbureau Wassenaar.

3 Aanleiding en uitvoering van het booronderzoek (Stöver)

De stichting Alde Fryske Tsjerken diende op 10 oktober 2014 bij de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed (RCE) een vergunningaanvraag in voor het herstel van de fundering van de kerktoeren. De verzakking van de toren was dermate ernstig dat deze met spoed gestabiliseerd moest worden. In het muurwerk waren indrukwekkende scheuren te zien die snel groter werden, wat uiteindelijk had kunnen leiden tot instorting (fig. 11). Volgens het herstelplan zouden rondom de toren 15 schroefpalen met een doorsnede van ongeveer 30 cm tot een diepte van 13 m moeten worden geplaatst. Met deze diepte kon het vaste dekzand onder de terp worden bereikt. Op de palen werd vervolgens een betonnen manchetsysteem aangebracht, dat was ingekast in de fundering van de toren. Deze fundering werd vervolgens met een zware, nieuwe vloer binnenin de toren verbonden, waardoor de toren als het ware op een betonnen tafel kwam te staan die niet meer kan wegzakken (fig. 12).

Vergunning en archeologische begeleiding

Voor dit herstelplan werd vergunning verleend. Gezien de mogelijke aantasting van het bodemarchief ter plaatse van de betonnen manchetsysteem is aan de vergunning de voorwaarde verbonden dat de graafwerkzaamheden rond de toren en voorafgaand aan de aanleg van een nieuwe vloer in de toren archeologisch zouden worden begeleid conform een door de RCE opgesteld Plan van Eisen. Tijdens de begeleiding is gekeken of er archeologische resten aanwezig zijn, zodat deze konden worden gedocumenteerd. De resultaten van dit onderzoek worden besproken in hoofdstuk 2.

Alternatief onderzoek

De manchetsysteem zou worden geplaatst op 15 schroefpalen, die bij het aanbrengen grond naar de zijanten drukken. Te verwachten was dat het indraaien van deze schroefpalen de terplagen onder de toren grote schade zouden toebrengen. Normaliter dienen plekken waar archeologische resten door een ingreep verloren dreigen te gaan archeologisch te worden onderzocht. Een opgraving ter plekke van de toren was echter ondoenlijk. Hier moest worden gezocht naar een alternatieve onderzoeksmethode die het toch mogelijk maakte een beeld te krijgen van de opbouw en genese van het niet-afgegraven deel van de terp. Uiteindelijk zijn op voorstel van de RCE ter plekke van twee schroefpalen steekboringen in het terplichaam uitgevoerd. Deze zijn tot onder het terplichaam doorgezet, zodat ook de natuurlijk ondergrond kon worden onderzocht. Voordeel van deze aanpak is dat de boorkernen na het steken op een andere locatie en in alle rust konden worden onderzocht.

Wat het onderzoek zou opleveren, was op voorhand onduidelijk. De vooruitzichten waren echter veelbelovend, aangezien in 1988 door Grondmechanica Delft al de twee genoemde boorkernen met een doorsnede van 6,6 cm omhoog waren gehaald.⁷⁵ De kern die uit het nog intacte deel van de terp was gestoken (fig. 15, boring GD3), liet een zeer fraaie stratigrafie zien (fig. 13). De laagopbouw toont een opvallend onderscheid tussen lagen die overwegend uit 'siltige klei' (vanaf maaiveld tot ca. 2,5 m +NAP) en vooral uit 'mest' bestaan (van 2,5 m +NAP tot 1 m -NAP).⁷⁶ De beschikbare foto van de boorkern toont dat de mest feitelijk mestrijke klei is, vermengd met plaggen en kleibrokjes. In de terpzool naast de terp waren alleen de natuurlijke kleilagen onder de oorspronkelijke terp nog aanwezig; direct onder een uit dunne laagjes bestaande venige kwelderlaag ligt de top van het dekzand op 8,2 m -NAP. Uit de metingen van de grondwaterspiegel kon worden afgeleid dat deze onder de terp een 'bolling' vertoont, met een hogere grondwaterspiegel onder het centrale deel van de terp (ca. 1 m onder maaiveld) dan in het talud zuidelijk van het terprestant (ca 3 m onder maaiveld).⁷⁷

Bij het onderzoek in 2015 werden eveneens twee boorkernen omhoog gehaald, nu met een doorsnede van iets minder dan 10 cm. De voor steekboringen relatief geringe diameter werd bepaald door het gegeven dat voor boringen tot 10 cm geen vergunning hoeft te worden aangevraagd, maar kan worden volstaan met een door de RCE goedgekeurd Plan van Aanpak. Op deze wijze kon een tijdrovend vergunningstraject worden voorkomen en kon het onderzoek gemakkelijk in de planning rond de werkzaamheden aan de toren worden opgenomen. Van beide kernen zou één helft ter beschikking komen voor uiteenlopende vormen van specialistisch onderzoek. De andere helften zouden naar het ISRIC in Wageningen worden gebracht om daar te worden geconserveerd. De mooiste geconserveerde kern zal, zoals gezegd, uiteindelijk naar het archeologisch steunpunt te Hogebeintum worden overgebracht.

⁷⁵ Heemstra & Sip 1988.

⁷⁶ Heemstra & Sip 1988, 7.

⁷⁷ Heemstra & Sip 1988, 7.



Fig. 13 Boorkern GD3 die in 1988 werd gestoken door Grondmechanica Delft; voor de locatie, zie figuur 15. Naar Heemstra & Sip 1988, bijlage 4A.



Fig. 14 Johan Nicolay en Gerard Aalbersberg kijken toe, terwijl Menno van der Heiden en Jan Willem de Kort een gutsboring direct naast de kerktoren zetten. Foto J. Stöver.

Samenwerking, kosten en uitvoering

Aangezien de RCE slechts archeologisch onderzoek doet vanuit het oogpunt van de archeologische monumentenzorg is van begin af aan samenwerking gezocht met de provinciaal archeoloog van de Provincie Fryslân en het Terpencentrum van het Groninger Instituut voor Archeologie. Al snel waren alle betrokken partijen enthousiast over het project, dat gezamenlijk kon worden uitgevoerd.

Vanwege het alternatieve karakter van het onderzoek, waarbij de uitkomst onzeker was, viel dit buiten het bestek van het beginsel 'de verstoorder betaalt'. De kosten konden dus niet voor rekening worden gebracht van de aanvrager van de vergunning. Naast de uitvoerende partners hebben ook andere partijen bijgedragen aan de financiering van het onderzoek, waaronder de Hervormde Gemeente Blija-Hogebeintum, de Stichting Recreatie en Toerisme Ferwerderadiel en de Vereniging voor Terpenonderzoek.

Tabel 1. Nummering van de gutsboringen en de mechanische steekboringen, met de x- en y-coördinaten en de NAP-hoogte van het maaiveld (= oppervlak terp).

		RD-coördinaten	hoogte (m +NAP)
gutsboring 1	-	185.805,40 x 594.593,53	7,78
gutsboring 2	steekboring 1	185.805,06 x 594.586,96	7,57
gutsboring 3	steekboring 2	185.802,26 x 594.588,81	7,28

Fig. 15 Locaties van de guts- en steekboringen uit 2015 (nrs. 1-3), en de globale positie van drie eerdere boringen door Grondmechanica Delft uit 1988 (nrs. GD1-3). Een vierde boring door Grondmechanica Delft is zuidelijk van boring GD3 gezet, aan de zuidzijde van de sloot die hier langs de voet van het terprestant loopt. Kaart naar Van der Heiden 2018, fig. 6.

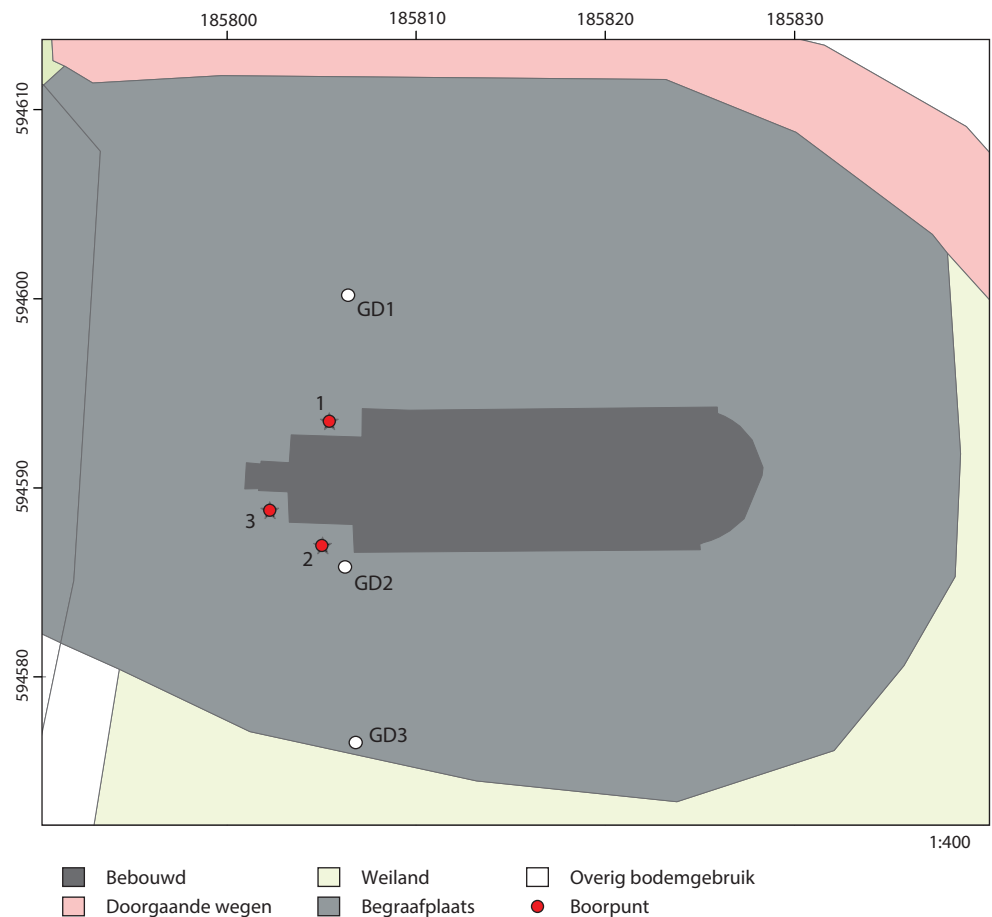




Fig. 16 Het zetten van steekboringen onder toezicht van de regionale pers. Foto M. van IJzendoorn.

Voorafgaand aan de steekboringen zijn drie gutsboringen gezet met een diameter van 3 cm. Dit verkennende onderzoek werd op 26 en 27 mei 2015 uitgevoerd door onderzoekers van de Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed en het Terpencentrum (fig. 14).⁷⁸ De boringen werden in de directe omgeving van de kerktoeren tot diep in de natuurlijke ondergrond van de terp gezet (fig. 15; tabel 1). In alle gutsboringen werd een voor terpen kenmerkende stratigrafie gevonden, met daarin tal van vondsten. Conclusie van het onderzoek was dat de bodem rond de toeren vanaf 50 tot 90 cm beneden het maaiveld intact was en hier uitermate geschikt is voor de beoogde steekboringen.

Het zetten van de twee steekboringen, ter plekke van gutsboringen 2 en 3 (fig. 15; tabel 1), vond plaats op 10 juni 2015 en werd uitgevoerd door bureau Wiertsema uit Leek. Vooraf had de Stichting Alde Fryske Tsjerken een persbericht doen uitgaan en op 10 juni was het dan ook druk op het kerkhof. Plaatselijke, regionale en landelijke pers waren aanwezig. Van de werkzaamheden werd door een verslaggever van het Radio 1 Journaal verslag gedaan; door Omrop Fryslân zijn filmopnamen gemaakt (fig. 16).

Beide boorkernen zijn in eerste instantie naar TNO in Utrecht gebracht, waar ze voor verder onderzoek zijn opgesneden (fig. 17) en per segment van 1 m zijn gefotografeerd (bijlage 1). De inhoud van de helften die voor wetenschappelijk onderzoek zijn bemonsterd, is volledig gezeefd om klein

vondstmateriaal te verzamelen. De andere helften zijn naar ISRIC overgebracht.

Onderzoeksvragen

Voorafgaand aan het booronderzoek is door de betrokken partijen een flink aantal onderzoeksvragen opgesteld. Deze hebben enerzijds betrekking op de archeologische monumentenzorg (AMZ), en zijn anderzijds archeologisch-wetenschappelijk van aard.

AMZ-gerelateerde onderzoeksvragen:

- Op welke diepte bevindt zich de oxidatie-reductiegrens (in verband met de conservering van organische en onedele metalen)?
- Wat zijn de effecten geweest van het gewicht van het terplachaam op de onderste lagen? Meer specifiek: hoe sterk is de samendrukking geweest, in hoeverre zijn organische resten (al dan niet verkoold) beschadigd geraakt, en wat voor consequenties heeft dit voor de mogelijkheden om archeologisch en specialistisch onderzoek te doen?
- Wat is de conserveringsstaat van de organische resten in de terplagen, in relatie met de oxidatie-reductiegrens en de mate van samendrukking?
- Wat is de conserveringsstaat van de menselijke skeletresten (indien aanwezig)?
- In hoeverre heeft de bouw van de kerk en de aanleg van graven tot aantasting van de terplagen geleid?

⁷⁸ Van der Heiden *et al.* 2018.

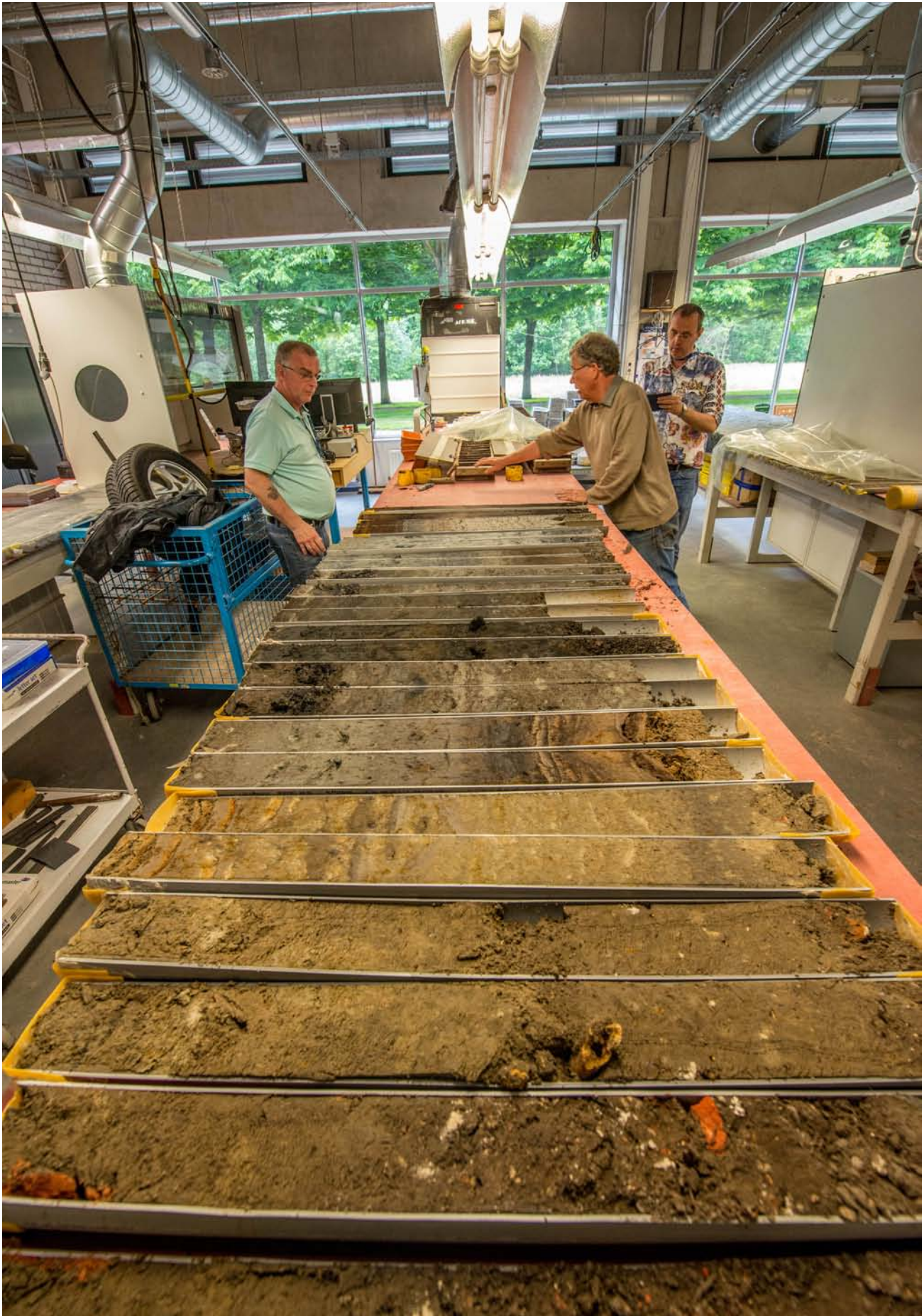


Fig. 17 Mari van IJzendoorn, Peter Vos en Hans Huisman bij de opengesneden boorkernen van steekboring 1, in de werkruimte van Deltares/TNO in Utrecht. Foto J. Stöver.

Archeologisch-wetenschappelijke onderzoeksvragen:**A. Hoofdvraag:**

- Waarom is de terp van Hogebeintum, zeker in vergelijking met Oosterbeintum, zo hoog. En gekoppeld hieraan: in welke periode(n) is de terp zo sterk opgehoogd, uit welke typen lagen bestaat deze ophoging en waarom zijn deze aangebracht?

B. Subvragen:

- Zijn in de kwelder- en veenlagen onder de terp sporen uit de bronstijd aanwezig (sporen van betreding of graafwerk)?
- Is de top van de kwelder intact (met oude bodem), of zijn hierin sporen van betreding, vergraving of akkerbouw waarneembaar?
- Is ter plekke van de boringen direct op de kwelder een kernpodium aanwezig en zo ja, hoe hoog was dit podium?
- Welke informatie leveren de terplagen over de opbouw (schone ophogingslagen versus vuile terplagen, mestlagen en aslagen) en ouderdom (op basis van ¹⁴C-dateringen en vondsten van aardewerk) van de terp?
- Zijn in de boringen huisresten in de vorm van vlechtwerk of zodenmuren herkenbaar en zo ja, uit welke periode(n) dateren deze?
- Zijn in de boringen vloerniveaus, al dan niet afgewisseld met vuile loopvlakken aanwezig en zo ja, uit welke periode(n) dateren deze?
- Zijn in de boringen spoellaagjes zichtbaar die met perioden van extreem hoog water samenhangen en zo ja, uit welke periode(n) dateren deze?
- Wat zeggen botanische resten (pollen en zaden) over veranderingen in en het gebruik van het natuurlijke landschap ten tijde van terpbewoning?
- Welke dierlijke resten zijn aanwezig en wat zeggen deze over de (huis)dieren op de terp?

De individuele vragen zijn sturend geweest bij verschillende onderdelen van het onderzoek en staan hieronder centraal. Achtereenvolgens worden het natuurlijke landschap, de terplagen en terpvondsten, en de conservering van deze lagen en vondsten besproken.

4 De natuurlijke afzettingen onder de terp

(Aalbersberg & Vos)

Zowel de gutsboringen als de steekboringen zijn tot in de natuurlijke lagen onder het terplachaam gezet en leveren zo belangrijke informatie over de ontwikkeling van het landschap voordat de eerste terplagen zijn opgeworpen. De resultaten van dit geologisch-landschappelijk onderzoek, waartoe ook de analyse van pollen behoort (zie onder), worden eerst voor het booronderzoek in Hogebeintum besproken, waarna de bredere landschapsontwikkeling voor het gebied rond Oostergo aan de hand van enkele palaeogeografische kaarten wordt geschetst. Deze kaarten zijn op basis van de nieuwe gegevens uit Hogebeintum iets aangepast als het gaat om de

veenontwikkeling rond 3850 v.Chr. en de begrenzing van de kwelder rond 2750, 1500 en 500 v.Chr.⁷⁹

Opbouw van de lagen: eerste indruk in de gutsboringen

De basis van de natuurlijke lagen in de gutsboringen bestaat uit dekzand, dat alleen in boring 2 ook daadwerkelijk is opgeboord. In boring 1 is het zand wel gevoeld, maar uit de boor gezakt; boring 3 is op 11 m onder maaiveld gestaakt en heeft het zand niet bereikt. De zandlaag in boring 2 bestaat uit grijs, matig siltig, zeer fijn zand. De top van het zand ligt in boringen 1 en 2, aan weerszijden van de kerktoren, respectievelijk op 11,90 m (4,32 m -NAP) en 12,00 m onder maaiveld (4,72 m -NAP).

In gutsboring 1 is een veenpakket met een dikte van ca. 60 cm aangesneden. Gezien de diepte onder maaiveld (tussen ca. 11,3 m -mv en 11,9 m -mv) is het niet verrassend dat het hele pakket zeer compact is; door de druk van de hogere bodem- en terplagen is het veen sterk in elkaar gedrukt. In boring 2 ontbreekt het veen geheel; in boring 3 is alleen de bovenste 20 cm ervan opgeboord. In boring 1 bestaat het onderste deel van het veenpakket uit amorf en verder ondefiniceerbaar veen. De rossig bruine kleur suggereert dat het hier mogelijk om hoogveen (d.w.z. heide- en/of veenmosveen) gaat, maar in het veld zijn geen plantenresten gezien die dit kunnen bevestigen. De hierop volgende laag is 10 cm dik en bestaat uit veenmosveen met een spoor rietresten, die overigens ook van een hoger niveau afkomstig kunnen zijn. Op het veenmosveen ligt een 7 cm dikke laag rietzeggeveen, een 5 cm dik kleibandje (lichtbruinigrijze, licht siltige, licht humeuze klei met plantenresten) en een 23 cm dikke laag zeggeveen met enkele rietresten. De top van het veenpakket bestaat uit een 12 cm dikke laag rietveen. In boring 3, waarin de basis van het veen niet is aangeboord, bestaat het veenpakket achtereenvolgens uit een ten minste 10 cm dikke laag veenmosveen, een 5 cm dikke laag rietzeggeveen en een eveneens 5 cm dikke laag rietveen.

In gutsboringen 1 en 3 ligt een 2,5 m tot 3 m dik kleipakket op het veen; in gutsboring 2, waar het veen ontbreekt, is het kleipakket 2,5 m dik. De grens met het veen is scherp en de aanwezigheid van fijn verdeeld organisch materiaal en kleine veenbrokjes aan de basis van het kleipakket (en het geheel ontbreken van het veen in boring 2) laten zien dat de afzetting van de onderste kleilagen met erosie gepaard ging. De samenstelling van het kleipakket varieert nogal, ondanks de korte afstanden tussen de boringen. In boring 1 bestaat de basis uit licht siltige, al dan niet licht humeuze klei met plantenresten, gevolgd door een in totaal 1,5 m dik pakket licht siltige kleilagen met enkele zandlaagjes aan de basis. Hierop bevindt zich, met een scherpe grens, een 1,37 m dikke laag uiterst siltige klei. De top hiervan, op 0,45 m -NAP, is gebioturbeerd (de laagjes zijn verstoord door doorworteling en bodemleven) en vanwege de aanwezigheid van mest en houtskool als betredingshorizont geïnterpreteerd. Boring 3 vertoont min of meer hetzelfde beeld, al is de kleilaag die op de humeuze basis ligt hier minder siltig (matig tot sterk siltig en plaatselijk licht zandig) en opvallend zwart gevlekt. Hierop volgt een laag uiterst siltige klei en uiterst siltig zeer fijn zand,

79 Voor de voormalige kaarten, zie o.a. Vos & Knol 2005.

en ook hier is de top (0,91 m -NAP) als betredingshorizont geïnterpreteerd. Het verschil in hoogte met boring 1 is verklaarbaar door graafwerkzaamheden die de terpbewoners rond hun huispodia uitvoerden: het loopvlak had door het steken van plaggen en het graven van sloten en drenkplaatsen een sterk golvend verloop. In boring 2 ten slotte vertoont de lithologie van het kleipakket, in vergelijking met de andere gutsboringen, veel meer variatie (tussen matig siltige klei en matig siltig, zeer fijn zand). De aanwezigheid van mariene schelpresten bevestigt dat deze lagen getijdenafzettingen waren, die gezien de variabele opbouw vermoedelijk in een geul of priel zijn afgezet.

Steekboring 2: de natuurlijke lagen nogmaals bekeken

Omdat steekboring 1 maar tot net onder de terplagen is gezet, biedt alleen steekboring 2 extra informatie over de natuurlijke lagen onder de terp. In de pleistocene zandlaag, waarvan de top in deze boring 2 op 11,15 m -mv (3,87 m -NAP) ligt, blijkt een podzolbodem ontwikkeld te zijn. Van deze podzolbodem zijn de 15 cm dikke Ah-horizont (donkerbruin, sterk humeus, matig fijn zand; fig. 21: laag 2.57), de 30 cm dikke AE-horizont (bruinigrijs, licht humeus, licht siltig, matig fijn zand; fig. 21: laag 2.58), een 17 cm dikke E-horizont (grijsbruin, matig siltig, matig fijn zand; fig. 21: laag 2.59) en de bovenste 23 cm van de B-horizont (donkerbruinigrijs, matig humeus, licht verkit zeer fijn zand; fig. 21: laag 2.60-61) opgeboord. De B-horizont is op te delen in een Bh-horizont (B-horizont met ingespoelde humus) en een Bs-horizont (B-horizont met ingespoeld ijzer en aluminium).

Hoewel steekboring 2 op korte afstand van gutsboring 1 is gezet, is er toch een aanzienlijk verschil in dikte en samenstelling van het op het zand liggende veenpakket. Waar in gutsboring 1 sprake is van een ca. 60 cm dik veenpakket met een ingeschakeld kleilaagje, is het veenpakket in steekboring 2 maar 35 cm dik (fig. 21: laag 2.54-56) en ontbreekt het kleilaagje. De beschrijving van de veenlagen (licht kleilig rietveen op veenmosveen) sluit aan bij het beeld dat uit gutsboringen 1 en 3 al naar voren was gekomen.

Over het kleipakket dat zich op het veen en onder de terplagen bevindt, kan op basis van de steekboringen weinig aan de informatie uit de gutsboringen toegevoegd worden. Steekboring 1 bevat uitsluitend de bovenste 20 cm van dit pakket (fig. 21: laag 1.57-58). Ook hier is de top waarschijnlijk vertrappt (0,97 m -NAP). In steekboring 2 zijn de lagen uit het klei- en veenpakket (fig. 21: laag. 2.45-53) niet individueel beschreven, omdat dit in de gutsboringen al in detail was gedaan. Wel is aangegeven dat de top van de kwelder (1,03 m -NAP) vermoedelijk vertrappt is en mogelijk uit een dunne bodem bestaat (zie bijlage 2).

Interpretatie van de zand- en veenlagen, inclusief pollendata

Op de kaart van de pleistocene ondergrond van het gebied rond Hogebeintum ligt de onderzoekslocatie op de noordoostelijke flank van een min of meer zuidoost-noordwest georiënteerd beekdal (fig. 18). De diepte van het pleistocene oppervlak bevindt zich hier tussen 4 m en 6 m -NAP. Dit stemt overeen met de diepte van het pleistocene zand in de gutsboringen (4,32 m -NAP in boring 1; 4,72 m -NAP in boring 2),

en in steekboring 2 (3,87 m -NAP). Direct ten noordoosten van de onderzoekslocatie loopt het pleistocene reliëf verder op, richting een zandopduiking die tussen twee takken van het beekdal was gelegen. De top van de pleistocene ondergrond, voor zover aanwezig in de boringen, is als dekzand (Formatie van Boxtel, Laagpakket van Wierden) geïnterpreteerd.

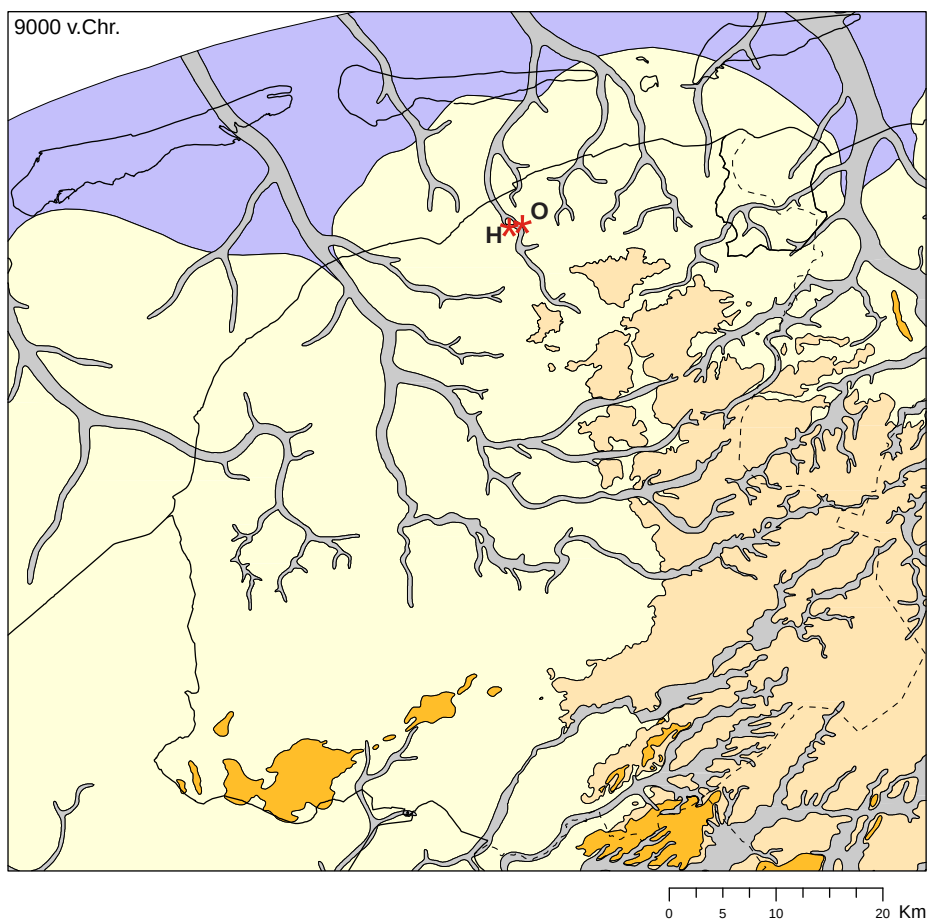
De analyse van het pollenmonster uit de top van het dekzand (monster P81) biedt weinig houvast voor een beeld van de vegetatie uit het Laat-Pleistoceen (bijlagen 5 en 6). Heideachtigen (Ericales) en els (*Alnus*) domineren de assemblage en maken ca. 80% van de pollensom uit. Omdat dekzand een periglaciaire eolische (dat wil zeggen: tijdens een ijstijd door de werking van wind veroorzaakte) afzetting is, bevat het van nature vrijwel geen pollen. Wat er aan pollen in zou kunnen zitten, zou een duidelijke afspiegeling van vegetatie ten tijde van afzetting moeten zijn, namelijk een zeer open, toendra-achtige vegetatie. Ericales maakten wel deel uit van zulke vegetaties, hoewel niet in zulke percentages, maar dat is met *Alnus* zeker niet het geval. Ook de aanwezigheid van soorten zoals linde (*Tilia*) en iep (*Ulmus*), die net als els pas gedurende het Holoceen in Nederland verschijnen, wijkt af van het verwachte beeld. Dit pollenspectrum is dus grotendeels secundair en waarschijnlijk het gevolg van post-depositionele processen, waarbij stuifmeelkorrels van bovenaf, door inzijgend water, bodemvorming en bioturbatie, in diepere lagen gedrongen zijn.

De aanwezigheid van een podzolbodem in het dekzand toont aan dat de locatie gedurende een groot deel van het Holoceen relatief droog geweest moet zijn. Pas rond 4750 ± 50 BP (tabel 3: HBMGa1, ca. 3640-3380 v.Chr.) begint de locatie dermate nat te worden dat veen ontstaat (Formatie van Nieuwkoop, Basisveen Laag). Het pollenmonster P80, uit de basis van het basisveen, bevat hoge percentages van heideachtigen en zeer veel resten van bodemschimmels. Het veen groeide blijkbaar in een relatief droog milieu, iets waarop ook de zeer hoge pollenconcentratie, de afwezigheid van veenmos (*Sphagnum* sp.) en de grote hoeveelheid onbepaalde schimmelsporten wijzen. Interessant is het voorkomen van de sporen van *Gelasinaspora*, een schimmel die op brand wijst.⁸⁰ Het is onwaarschijnlijk dat els, die vooral in nattere milieus groeit, deel uitmaakte van deze droge veenvegetatie. Deze soort zal in het nabijgelegen beekdal gegroeid hebben, wat vermoedelijk ook voor hazelaar (*Corylus avellana*) geldt. Kruiden ontbreken vrijwel in dit pollenspectrum. Hierbij moet opgemerkt worden dat de pollenkorrels van els makkelijk te herkennen zijn, ook als de korrels door allerlei processen sterk gedegradieerd zijn; pollen van andere planten, waarbij de identificatie op de microstructuren van de korrel berust, worden aanzienlijk sneller onherkenbaar.

De droge omstandigheden bij aanvang van de veengroei maakten uiteindelijk toch plaats voor een vochtig, voedsel-arm milieu, waarin veenmos de overhand had. Een laag zeggaveen aan de top van het basisveen laat zien dat de vernatting doorzette, waarbij een verschuiving optrad van een voedselarme, van regenwater afhankelijke vegetatie naar een nog

80 Van Geel 1978.

Fig. 18 De pleistocene ondergrond rond Hogebeintum, rond 9000 v.Chr. De locatie van Hogebeintum (H) bevindt zich op een zandopduiking in een beekdal dat in de noordelijke flank van het Drents Plateau was ingesneden. De locatie van Oosterbeintum (O) ligt op de flank van het beekdal. Voor de legenda, zie fig. 19. Kaart P.C. Vos & S. de Vries, Deltares.



steeds nat maar duidelijk voedselrijke, van oppervlaktewater afhankelijke zeggevegetatie.

Het pollenmonster van dit zeggeveen (bijlage 5, monster P75) bevestigt het vegetatiebeeld dat bij dit veentype past: de percentages zegges en grassen (totaal ca. 30% van de pollen-som) en kruiden (eveneens ca. 30%) zijn aanzienlijk hoger dan in de basis van het veen. Een opvallend aspect aan dit monster zijn de aanwijzingen voor menselijke activiteit. Het gaat daarbij niet alleen om zogeheten cultuurvolgers, ofwel soorten die goed gedijen op akkers of goed tegen vertrapping door mensen en vee kunnen, maar vooral om pollen van granen. Er zal niet op deze locatie zelf graan zijn verbouwd, maar het is goed mogelijk dat er op de hogere en nog steeds droge zandgronden in de omgeving van de onderzoekslocatie een prehistorische nederzetting heeft gelegen.⁸¹ Het pollen van onder andere eik (*Quercus*), linde en iep zal ook van deze hogere standplaatsen afkomstig zijn. Het is mogelijk dat het voorkomen van *Amaranthaceae* (Ganzenvoetfamilie) hiermee samenhangt, want deze groep omvat verschillende akkeronkruiden en cultuurvolgers, zoals melde. Het zou echter ook kunnen dat hier de eerste mariene invloed geregistreerd is (soorten zoals zoutmelde en kustmelde vallen ook in deze groep).

Hoe oud deze fase van de landschapontwikkeling is, en hoe lang deze geduurd heeft, is vooralsnog onduidelijk. Het is zeer goed mogelijk dat een deel van de top van het veen

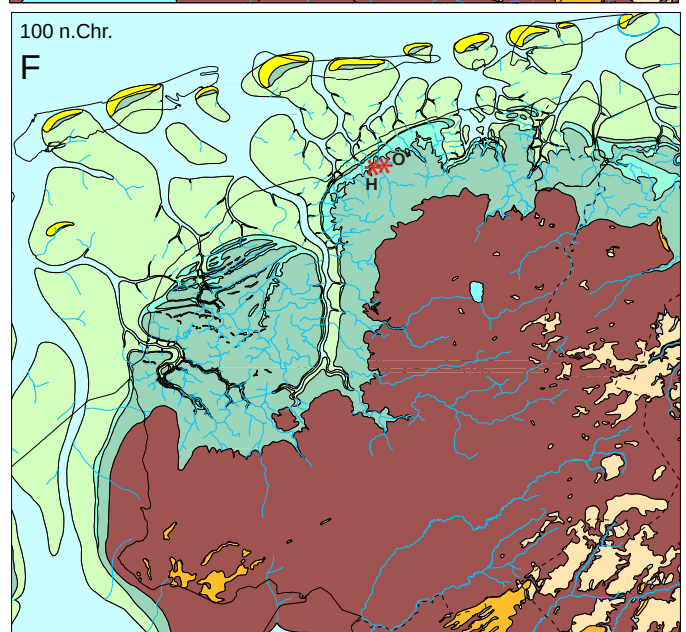
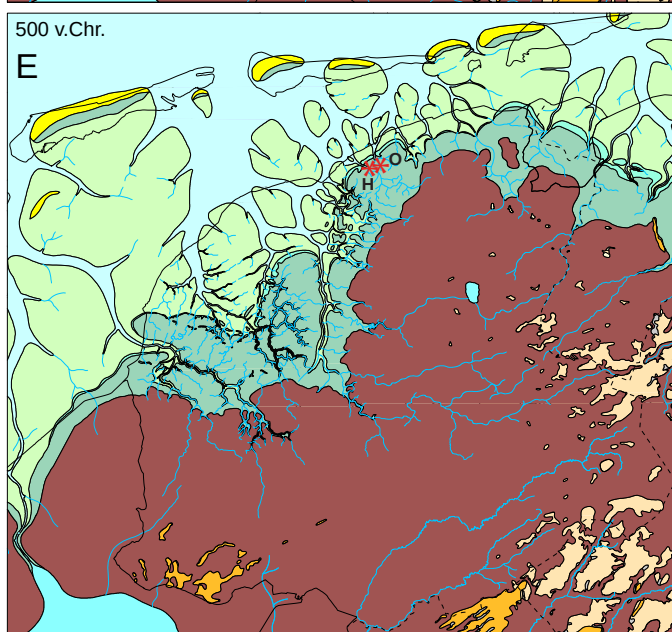
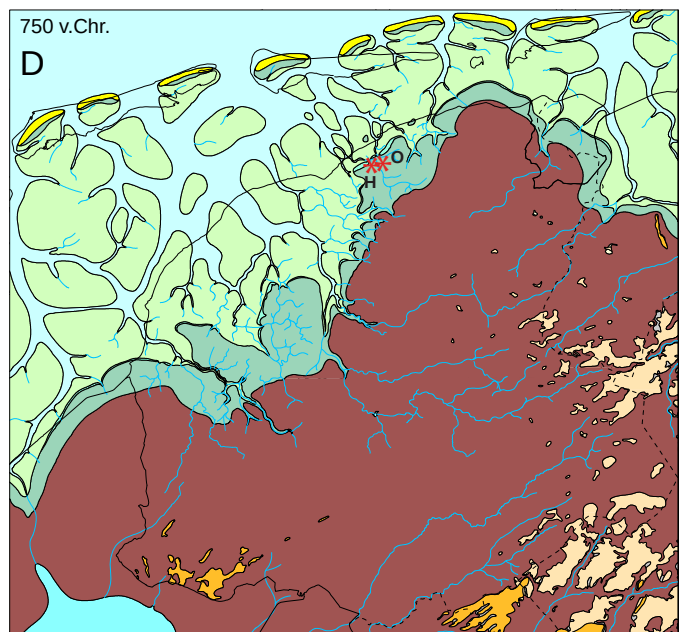
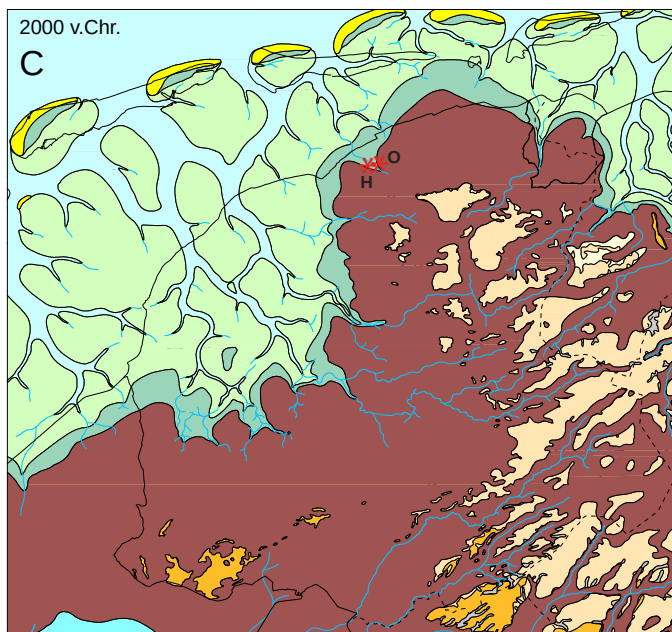
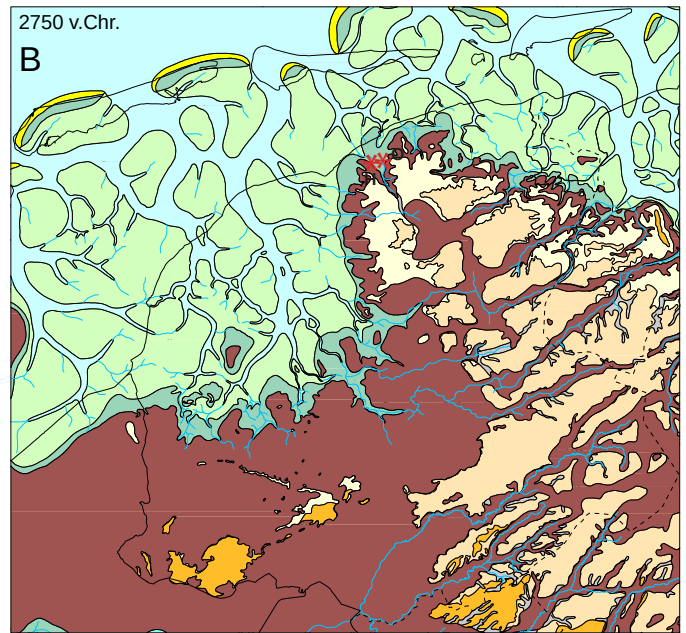
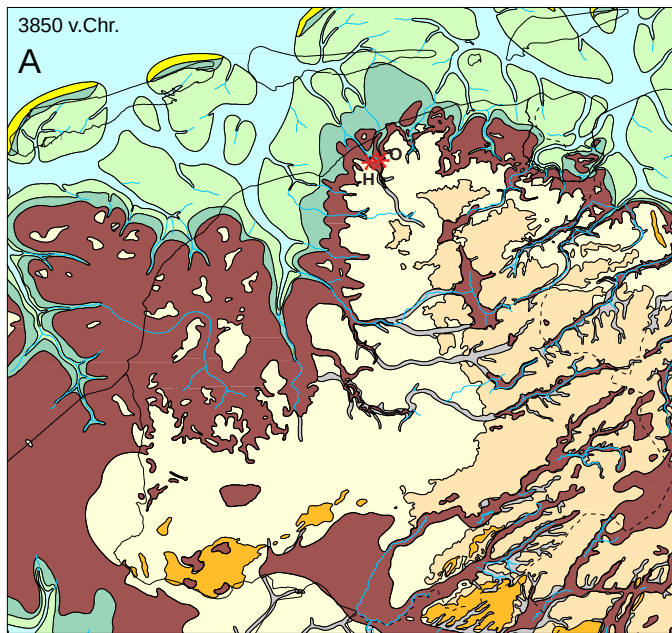
geërodeerd is. In gutsboring 2 ontbreekt het basisveen zelfs geheel en liggen de jongere kwelderafzettingen die in gutsboringen 1 en 3 op het veen volgen rechtstreeks op het dekzand.

Interpretatie van de kwelderlagen, inclusief pollendata

Op basis van de beschrijvingen van de gutsboringen wordt het kleipakket tussen de top van het basisveen en de terplagen als getijdenafzettingen geïnterpreteerd. De relatief fijnkorrelige basis van het kleipakket in boringen 1 en 3 is afgezet in een rustig milieu. Dat kan een kwelder zijn geweest, of een komgebied achter een kwelderwal met (tijdelijk) ondiep water. Het humusgehalte en de afwezigheid van zand of zandlaagjes wijst op een beschutte ligging, waardoor golfwerking en stroming geen rol speelden. De bovenste meter van het kleipakket, die gekarakteriseerd wordt door uiterst siltige klei, is afgezet in een veel dynamischer milieu. In boring 1 zijn hierin van onder naar boven afzettingen op een lage kwelder (uiterst siltige klei met zandlaagjes) en middenkwelder (uiterst siltige klei zonder gelaagdheid) aangetroffen. De top van het kleipakket is gebioturbeerd en/of vertrapt, zodat onduidelijk blijft of het hier om afzettingen op een midden- of hoge kwelder gaat.

De pollenassemblage van monster P62, uit de top van de kwelderafzettingen direct onder de terp, wijkt sterk af van de monsters uit het basisveen en dekzand (bijlage 5). In vergelijking met de basisveenmonsters neemt het percentage boom-pollen drastisch af. Dit komt overigens vooral op het conto van *Alnus*, die zo goed als uit het landschap verdwijnt. Het open karakter van het landschap wordt verder benadrukt door hogere percentages grassen; de toename in het percenta-

⁸¹ De lithologie van het veen (het ontbreken van een veraard en/of vertrapt/verploegde niveau) geeft geen indicatie dat er ter plaatse landbouw gepleegd is.



0 5 10 20 Km

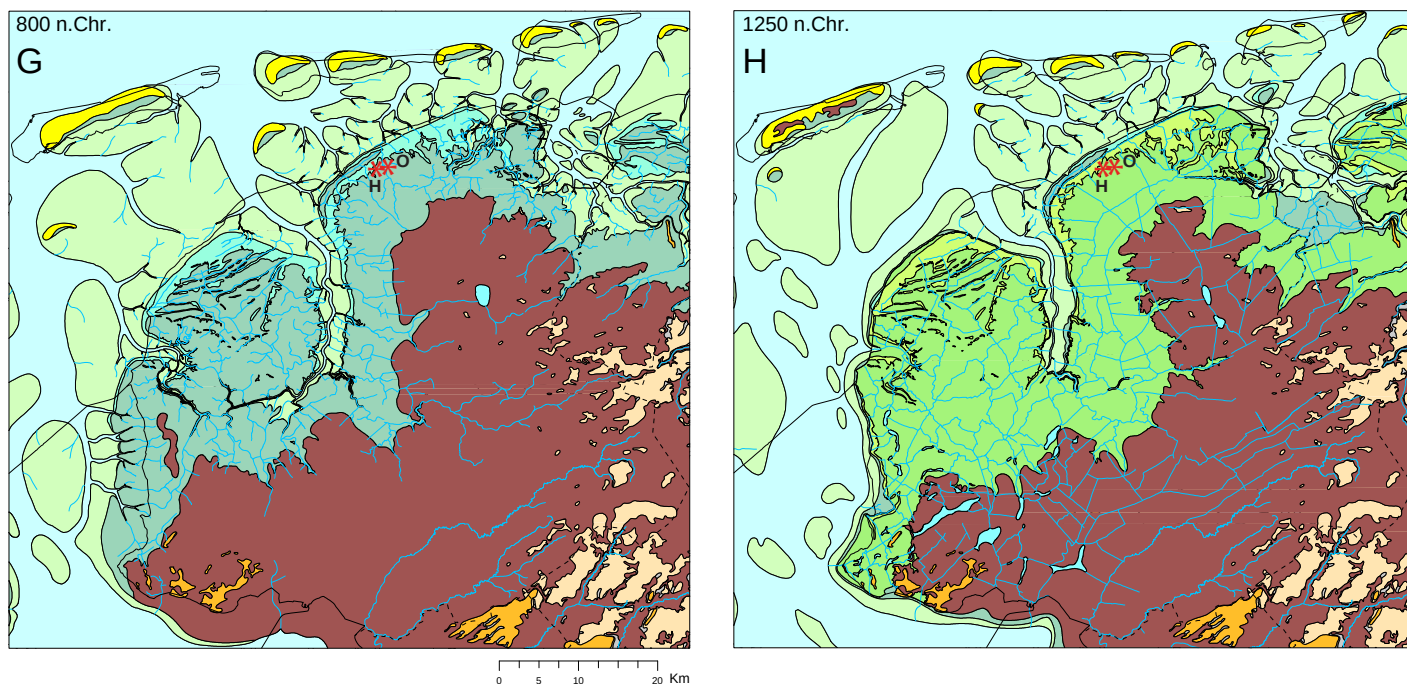


Fig. 19 Palaeogeografische kaarten van Friesland, voor acht perioden, van 3850 v.Chr. tot 1250 n.Chr. (A tot H). De locaties van Hogebeintum (H) en Oosterbeintum (O) zijn aangegeven. Kaarten P.C. Vos & S. de Vries, Deltares.

Holoceen landschap

Kustduinen

- Hoge duinen
- Strandwallen en lage duinen
- Strandvlaktes en duinvalleien

Landduinen

- Stui fzandgebieden

Overstroomde gebieden

- wadden en slikken
- Riviervlakten en kwelders
- Kwelderwallen- en ruggen, relative hoge delen in de kweldergebieden

Veengebieden

- veen

Antropogene gebieden

- Ingedijkte overstromingsgebieden
- Droogmakerijen
- Stedelijke gebieden

Permanent onderwater

- Binnenwater, zoet tot licht brak
- Buitenwater, marien

Pleistoceen landschap

- Beekdal- en rivierengebieden
- Pleistocene zandgebieden, tussen 16 en 0 m –NAP
- Pleistocene zandgebieden, boven 0 m –NAP
- Rivierduinen
- Hogere, door landijs gemodelleerde gronden, aan of nabij het maaiveld

Symbolen

- Outline recent Nederland
- Provinciegrens
- Kreeken en waterlopen

ge Amaranthaceae is een duidelijke reflectie van de kweldervegetatie. Het mariene signaal in deze assemblage is overigens niet heel sterk. Mariene microfossielen, zoals dinoflagellaten en Hystrichosphaeridae, komen wel in lage aantallen voor, maar Foraminifera ontbreken. Aan de andere kant komen indicatoren voor zoetwatermilieus (bijvoorbeeld *Pediastrum* en Zygnemataceae) evenmin in hoge percentages voor.

Het opvallendste kenmerk van dit pollenmonster is de toename in cultuurplanten (voornamelijk Cerealia maar ook *Cannabis*-type) en cultuurvolgers (weegbreesoorten: *Plantago lanceolata* en *P. major/media*-type). Anders dan bij monster P75 is hier waarschijnlijk ter plaatse akkerbouw gepleegd voorafgaand aan of gelijktijdig met het opwerpen van de terp.

Reconstructie van de landschapontwikkeling rond Hogebeintum

In de ondergrond van Oostergo loopt het pleistocene hoog van het Drents Plateau door in de richting van Ameland (fig. 18). De terplotatie Hogebeintum ligt aan de westzijde van deze ondergrondse zandrug, die in Drenthe en Zuidoost-Friesland aan het oppervlak komt. Bij Hogebeintum liep het al genoemde dalsysteem, dat zich in de laatste ijstijd (het Weichselien) had gevormd. Hogebeintum ligt op een kleine zandopduiking in het dal, waarvan de top zich hier rond 4 m -NAP bevindt.

Aan het begin van het Holocene, ongeveer 11.700 jaar geleden, stond de zeespiegel circa 35 tot 40 m lager dan tegenwoordig. Een groot deel van de zuidelijke Noordzee lag toen nog droog en van zee-invoed in het Friese kustgebied was nog geen sprake. De eerste mariene invloed in Noord-Nederland, die het gevolg was van de Holocene zeespiegelstijging, werd in de laagst gelegen dalsystemen van de Boorne, Hunze en Fivel merkbaar rond 7250 v.Chr. De zeespiegelstijging werd veroorzaakt door de wereldwijde absolute zeespiegelstijging en door regionale bodemdalingen (tektoniek en glaciotektoniek). In de eerste helft van het Holocene ging deze zeespiegelstijging relatief snel: tot 8000 jaar geleden met meer dan 1 m per eeuw. Daarna nam de snelheid geleidelijk af. In de laatste 4000 jaar was de stijging minder dan 1 m per duizend jaar. De afname was het gevolg van het wegvallen van de absolute zeespiegelstijging (de landijskappen van Noord-Amerika en Scandinavië waren volledig weggesmolten). Wat overbleef was bodemdaling ten gevolge van bodemtektoniek, wat een relatieve zeespiegelstijging bleef veroorzaken.

Vanaf het begin van het Holocene begon zich in de laagst gelegen pleistocene dalen veen te vormen: het basisveen (zie fig. 19A: ca. 3850 v.Chr.). De veenvorming was het gevolg van de stijging van het grondwater in de kustzone tot kort aan of net boven het maaiveld. De vernatting door grondwaterstijging werd veroorzaakt door kwelwater dat vanuit de hogere gelegen zandgronden naar de lagere en steeds verder naar het binnenland schuivende kustzone stroomde.

Het begin van de vorming van basisveen op de zandopduiking is gedateerd tussen ca. 3640 en 3380 v.Chr. (tabel 3: HBMGa1), waarna deze opduiking onder het veen verdween (zie fig. 19B: 2750 v.Chr.). De hoge percentages pollen van Ericales (heideachtigen) aan de basis van het veen tonen dat

veenvorming in relatief droge, voedselarme omstandigheden begon. In het naastgelegen, lagere dalsysteem zal de veengroei wat eerder zijn begonnen. Ook zal het milieu daar natter zijn geweest, zoals blijkt uit het hoge percentage *Alnus* in het gedateerde monster. In het bovenste deel van het basisveen wordt het veen voedselrijker. De pollen van gras- en kruidenachtige pollen nemen ten opzichte van de basis van het veen duidelijk toe en er zijn aanwijzingen voor prehistorische akkerbouw in de directe omgeving. Gezien de verdrinkingsgeschiedenis van het dal is een datering van deze landbouw in het midden-neolithicum (ca. 3250-3000 v.Chr.) het meest waarschijnlijk.

De verdrinking van het veen als gevolg van de doorgaande zeespiegelstijging zal vanaf 3000 v.Chr. hebben plaatsgevonden. De toegenomen voedselrijkdom van het veen bij Hogebeintum is een aanwijzing voor de naderende zee-invoed. Door de hogere stormvloedwaterstanden als gevolg van de zeespiegelstijging werd het veenmoeras in het voormalige dalsysteem vanuit zee overstroomd en veranderde het landschap in een kweldergebied. De kwelders rond Hogebeintum wisten zich in de volgende millennia te handhaven doordat de kleisedimentatie en de zeespiegelstijging elkaar lange tijd in evenwicht hielden (fig. 19C: ca. 2000 v.Chr.). Hierdoor kon in deze regio een pakket klei met een dikte van 3 tot 4 m worden afgezet.

Door de opslibbing en de vorming van de noordelijk gelegen kwelderwal tussen Ferwerd en Holwerd lag Hogebeintum relatief beschut tegen de aanvallen van de zee (fig. 19D: ca. 750 v.Chr.). Westelijk en oostelijk van Hogebeintum brak de zee wel in het (kustveen)achterland. Aan de westkant van Oostergo werd vanaf 1000 v.Chr. het getijdensysteem van de Middelzee steeds groter, en aan de oostzijde van Oostergo brak tussen 500 en 250 v. Chr. het getijdensysteem van de Paesens door in het achterland (fig. 19E: ca. 500 v.Chr.). Het tussenliggende kweldergebied van Oostergo was ten tijde van de Paesens-doorbraak goed toegankelijk. Het gebied werd ontwaterd via kwelderkreken, die tegelijk de natuurlijke waterwegen voor de mens vormden. Alleen bij extreem hoogwater tijdens storm kwamen de kwelders onder water te staan, de reden dat terpen werden opgeworpen. Het begin van de terpophoging is op basis van de eerder genoemde afgravingsvondsten gedateerd in de vroege ijzertijd (ca. 700-500 v.Chr.). De ¹⁴C-datering aan de basis van de terplagen (tabel 3: HBM24, ca. 400-200 v.Chr.) plaatst het begin van de bewoning op het aangeboorde deel van de terp iets later, in de midden-ijzertijd. De terpbewoning in dit deel van Oostergo wijst erop dat het gebied toen minimaal tot het niveau van de middenkwelder was opgeslibd en hooguit enkele tientallen malen per jaar overstroomde. Deze situatie bleef gedurende de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen onveranderd (fig. 19F-G: ca. 100 en 800 n.Chr.), waarna in de 11de of 12de eeuw de eerste zeewerende dijken langs de kust werden opgeworpen. Het mariene getijdenlandschap veranderde toen in een zoet polderlandschap (fig. 19H: ca. 1250 n.Chr.).

5 Opbouw en dikte van de terp

(Nicolay & Aalbersberg)

De afgelopen jaren zijn als onderdeel van het meerjarige ‘Terpenproject Steilkantonderzoek Friesland’ (2009-2012) op zes locaties in Friesland profielen van deels afgegraven terpen opgeschoond en gedocumenteerd, nadat in 2006 bij het Friese Anjum al een indrukwekkend lange steilkant was blootgelegd.⁸² Tijdens de selectie van geschikte steilkanten voor archeologisch onderzoek was het oog ook gevallen op de terp van Hogebeintum. Aan de noordzijde van de terp, grenzend aan de achtertuin van enkele huizen bovenop het terprestant, was een vrijliggend talud aanwezig dat geschikt voor onderzoek zou kunnen zijn. Vanwege de enorme hoogte van de terp en de kans op verzakking moest van een onderzoek in Hogebeintum echter worden afgezien en viel de keuze op het nabij gelegen Oosterbeintum (2011).

De verankering van de kerktoeren in Hogebeintum bood alsnog mogelijkheden om inzicht te krijgen in de opbouw van de terp, zoals zichtbaar in de drie gutsboringen en beide steekboringen. De lagen in de gutsboringen zijn niet genummerd, zodat deze in relatie tot hun diepte onder het maaiveld zullen worden besproken. De lagen in de opgeboorde kernen hebben wel een nummer gekregen (fig. 21); daar zal hieronder steeds naar worden verwezen. Eerst wordt de opbouw van de lagen in de gutsboringen globaal beschreven. Dit geeft een goede indruk van de variatie aan lagen en van hun dikte. Aansluitend bij de resultaten van het al genoemde steilkantonderzoek wordt vervolgens het karakter van de verschillende laagtypen geschetst. Tot besluit worden de mechanisch opgeboorde grondkolommen beschreven en de aangeboorde lagen geïnterpreteerd, waarna de belangrijkste resultaten worden samengevat. Een nauwkeurige beschrijving van de individuele lagen in de steekboringen is te vinden in bijlage 2.

Opbouw van de lagen: eerste indruk in de gutsboringen

Van het onderzoek met de gutsboor is indertijd door Gerard Aalbersberg een kort verslag gemaakt, waarin de aangeboorde lagen per laag of lagenpakket zijn beschreven en een eerste interpretatie van de natuurlijk en archeologische lagen is gepresenteerd.⁸³ Samen met de inmiddels afzonderlijk gepubliceerde beschrijvingen van de boorprofielen vormt dit verslag de basis van deze paragraaf.⁸⁴

In gutsboring 1, aan de noordzijde van de toren (top 7,78 m +NAP), bestaat de bovenste 50 cm van de boorkern uit een pakket licht zandige en uiterst siltige klei, vooral gekenmerkt door de aanwezigheid van baksteenpuin en mortel. Aan de basis van dit pakket ligt een 7 cm dikke laag zand met kleibrokjes, mogelijk in een funderingssleuf. Dit hele pakket is als bouwvoor/verstoorde laag geïnterpreteerd en is vrijwel zeker gevormd bij de bouw van de kerk.

Tussen 50 en 150 cm onder maaiveld is een pakket aanwezig van afwisselend bruingrijze, iets humeuze en iets vuile

kleilagen, en schonere, lichtbruin-grijze kleilagen met kleibrokken. De iets vuile lagen bevatten stukjes houtskool en verbrande klei. Omdat er een brokje baksteenpuin in de top van dit pakket is gevonden, is het bovenste deel (tot een diepte van 89 cm) mogelijk nog verstoord. In het veld is het gehele pakket als een opeenstapeling van middeleeuwse terplagen geïnterpreteerd.

Tot een diepte van 437 cm zijn opnieuw afwisselend (iets) vuile, humeuze lagen en schonere lagen herkend. In de vuile lagen zijn op verschillende dieptes kleibrokken (resten van plaggen) aangetroffen, die deels zandlaagjes vertonen. Een gevlekte laag bruingrijze, licht humeuze klei met veel kleibrokken, asvlekken en stukjes houtskool en verbrande klei is mogelijk de vulling van een kuil of een andere ingraving (370-404 cm). Het onderste deel van de vulling kenmerkt zich door een afwisseling van dunne vuile en schonere laagjes, zodat het hier ook om vloerniveaus kan gaan. Iets hoger in de boorkern is ook veel as aangetroffen, wellicht eveneens in een ingraving (315-348 cm). Op twee dieptes (381 en 415 cm) zijn stukjes verbrande mest (mestlak) gevonden.

Vanaf 437 cm zijn de lagen donkerder van kleur. Ook komen vanaf deze diepte licht tot sterk mestrijke kleilagen voor, en op twee niveaus (549-610 en 815-823 cm) compacte, soms fijn gebande mestlagen. Een zwart- tot bruingrijs pakket van klei met humeuze en licht mestrijke laagjes is mogelijk de vulling van een sloot (437-475 cm). Noemenswaardig is verder een laag lichtblauw-grijze klei met humeuze, mogelijk iets mestrijke en vuilere bandjes (475-502 cm). Het kan hier om een ophogingspakket met meerdere loopvlakken gaan; op een diepte van 483 cm is binnen dit pakket een fragmentje terpaardewerk gevonden. Andere scherven van terpaardewerk, waaronder een randfragment, zijn verzameld op dieptes van 690 en 803 cm. Terpaardewerk wordt gedateerd in de ijzertijd en Romeinse tijd.

De basis van de terplagen wordt gevormd door een laag mest (815-823 cm), waaronder lichtgrijs-bruine klei aanwezig is (823-830 cm). Deze klei is licht humeus, iets vuil en mestrijk. Gezien het ‘rommelige’ karakter van de laag gaat het hier vermoedelijk om de vertrapte top van de natuurlijke kwelder.

De lagen in gutsboring 3, aan de zuidwestzijde van de toren (top 7,28 m +NAP), tonen vrijwel dezelfde opbouw. De verstoorde toplagen, die tussen 20 en 45 cm veel baksteenpuin en mortel bevatten, reiken tot een diepte van 80 cm. Tot een diepte van 190 cm volgt een vrij uniform pakket van uiterst siltige klei, waarvan de onderste 40 cm een vage grofbrokkelige structuur heeft. Beide lagen zijn iets vuil (stukjes houtskool); op een diepte van 185 cm is een fragment onverbrand bot gevonden. Mogelijk gaat het hier om hetzelfde pakket dat eerder als middeleeuws is geïnterpreteerd. De rest van de terplagen bestaat opnieuw uit (iets) vuile tot schone lagen, afgewisseld met al dan niet mestrijke lagen. Mestlagen zijn aangeboord op dieptes van 485-550 cm (mestpakket, meerdere lagen), 562-580 cm en 590-592 cm. Op een diepte van 665-675 cm is een compacte laag detritus (vergane plantenresten) aanwezig, dat vooral uit plantenresten, strootjes en bladresten bestaat. Samen met de laag kleilig organisch materiaal erboven (zeer fijne detritusgyttja en detritus) is dit vermoedelijk

⁸² Zie Nicolay 2008; Nicolay & De Langen 2015; een overzichtspublicatie van het steilkantonderzoek is in voorbereiding.

⁸³ Ongepubliceerd verslag: G. Aalbersberg (2015), *Verslag booronderzoek Hogebeintum* (let op: in dit verslag zijn in de nummering boringen 2 en 3 omgedraaid).

⁸⁴ Voor de gepubliceerde boorprofielen, zie Van der Heiden *et al.* 2017.



Fig. 20 Detailfoto van twee op elkaar liggende kwelderplagen in gutsboring 2, op een diepte van 4,3 m onder maaiveld. De aangeboorde plaggen liggen met de humeuze kant (de oorspronkelijke bovenzijde) naar onderen. Foto G. Aalbersberg.

de vulling van een sloot of kuil. Een dun laagje bestaat uit zand of, waarschijnlijker, uit as (601-607 cm). Vondsten van aardewerk beperken zich tot enkele fragmenten terpaardewerk, verzameld op dieptes van 429, 461, 552 en 565 cm. De basis van de terplagen wordt ook hier gevormd door een vertrapte kwelderlaag, die uit grijze, uiterst siltige klei met humeuze en zwarte vlekken bestaat (819-830 cm). Een mestlaagje direct boven dit vertrapte niveau, zoals in gutsboring 1, is hier niet aanwezig.

In gutsboring 2, aan de zuidzijde van de toren (top 7,57 m +NAP), is de bovenste 130 cm verstoord. Net als in beide vorige boringen zijn (iets) vuile en schonere lagen herkend, soms afgewisseld met humeuze of (iets) mestige lagen. Compacte mestlagen zijn niet waargenomen. Op drie niveaus vormt de aanwezigheid van organisch materiaal (waarschijnlijk detritus of detritusgyttja) een aanwijzing dat hier de vulling van een sloot is aangesneden (350-415, 445-465 en 635-935). Eenmaal zijn vermoedelijk twee op elkaar liggende kwelderplagen aangeboord (415-445 cm, fig. 20); deze liggen met de humeuze kant (voormalige top) naar onderen. De basis van de antropogene lagen wordt gevormd door de onderzijde van de onderste ingraving (935 cm). Een vertrapte top van de kwelder is hierdoor niet herkend, net zo min als een mestlaag direct erboven. Er zijn geen vondsten gedaan.

Gutsboringen 1 en 3 zijn het meest informatief, omdat de basis van de terplagen in gutsboring 2 is vergraven. Deze basis ligt op een diepte van respectievelijk 0,45 m en 0,91 m -NAP, waaruit blijkt dat de terp van Hogebeintum bestaat uit een ruim 8 m dik pakket terplagen en ook jongere, verstoorde lagen die met de bouw van de kerk samenhangen. Direct onder de terplagen is in beide boringen een vertrappt niveau in de top van de natuurlijke kwelder herkend, een aanwijzing dat dit niveau al intensief was betreden voordat hier de eerste terplaag werd opgeworpen. In boring 1 bestaat de onderste terplaag uit mest, in boring 3 uit een pakket vuile en schonere terplagen. De terp is verder opgebouwd uit kleilagen, die vuil en humeus/mestrijk of juist opvallend schoon zijn. Op verschillende dieptes zijn mestlagen herkend. Sloten, kuilen en andere ingravingen kenmerken zich door een vaak organisch-rijke vulling. Opvallend is dat uit de boorkernen uitsluitend terpaardewerk (ijzertijd/Romeinse tijd) is verzameld. De lagen die in het veld als middeleeuws zijn geïnterpreteerd, bevatten geen enkel stukje kogelpot of ander middeleeuws aardewerk.

Typen terplagen

Al tijdens het zetten van de gutsboringen is geprobeerd de individuele lagen aan specifieke laagtypen toe te wijzen. Na het opensnijden van de mechanisch gestoken boorkernen bestond de kans de eerdere waarnemingen te toetsen en een goede karakterisering van de lagen op te stellen, volgens de definities van lagen, ingravingen of uit zoden opgebouwde structuren die eerder voor de steilkantonderzoeken zijn opgesteld.⁸⁵

De *bouwvoor* en *verstoorde laag* bestaat uit de (sub-)recente toplagen van de terp. Verstoring op een onbebouwde terp is vaak het gevolg van ploegen, en op een bebouwde en nog steeds bewoonde terp veelal van bouw- en graafactiviteiten. Het laatste is ook in Hogebeintum het geval: door de bouw en latere verbouwingen van de kerk is het bovenste deel van de terp rond de kerktoren tot een diepte van 80-150 cm verstoord. De bouwvoor wordt hier gekenmerkt door stukken baksteen, resten van mortel en grind. Soms is ook een zandlaag aanwezig, die onder in een funderingssleuf werd gestort. Het door RAAP uitgevoerde onderzoek rond en binnen de toren beperkte zich tot deze verstoorde bovenlaag. Uit het opgravingsverslag blijkt dat deze laag inderdaad puinresten bevatte,

⁸⁵ Zie Nicolay 2010, 95-117; 2015, 48-60.

en laat- en post-middeleeuwse vondsten.⁸⁶ De laatmiddeleeuwse vondsten bestaan uit kogelpot- en import aardewerk en drie zilveren munten uit de 13de-14de eeuw; deze dateren uit de eerste drie eeuwen dat de kerk in gebruik was.⁸⁷

Veel van de aangeboorde lagen zijn *vuile terplagen*. Het gaat om homogene, meestal donkergrijze tot bruingrijze lagen, al dan niet met kleibrokjes. Juist deze lagen bevatten veel archeologische indicatoren, zoals stukjes houtskool of verbrande klei, en fragmenten van aardewerk, (verbrand) bot of mestslak. Daarnaast blijkt uit de analyse van zeefvondsten uit de boorkernen dat juist deze lagen worden gekenmerkt door stukjes hamerslag, ontstaan tijdens het lokaal smeden van ijzer. De vuile terplagen zijn ontstaan doordat afval rond huisplaatsen of op flanken van de terp terecht kwam en vervolgens door graafwerk of betreding met onderliggende kleilagen vermengd raakte. Ook kan het gaan om grond die bij het graven van een waterput, kuil of sloot uit oudere lagen is vrijgekomen en vervolgens over de terp is uitgespreid. Micromorfologisch onderzoek van dergelijke lagen in de steilkant van Achlum heeft aangetoond dat op het oog vrij homogene lagen in werkelijkheid uit een pakket van dunne laagjes kunnen bestaan, wat wijst op een opeenstapeling van loopvlakken waar gedurende enige tijd steeds een beperkte hoeveelheid afval en klei is opgebracht.⁸⁸ Tot de vuile terplagen zijn ook *schelpenlagen* te rekenen, die uit een compacte laag mosselen of andere schelpdieren bestaan die als afval zijn gedumpt. De vuile terplagen kunnen eveneens bestaan uit vaak dunne lagen van overwegend houtskool (*houtskoollagen*), as (*aslagen*) of stukjes verbrande klei (*verbrande kleilagen*); deze zijn respectievelijk zwart, wit tot roze en oranje tot oranjebruin van kleur.

De vuile terplagen worden vaak afgewisseld door *schone terplagen*, waartoe zowel ophogings- als egalisatielagen zijn te rekenen. Deze bestaan uit schone of hooguit iets vuile lagen kwelderzoden of kleibrokken die bewust zijn aangebracht om er een deel van de terp mee op te hogen of uit te breiden, om er een laagte mee op te vullen, of om het loopvlak te egaliseren. Als individuele plaggen herkenbaar zijn, dan worden deze veelal gekenmerkt door een afwisseling van zand- of siltlaagjes en kleilaagjes – net als de natuurlijke kwelder rondom de terp waaruit deze plaggen zijn gestoken. Vaak is aan één zijde van de plaggen een donkere, humeuze band aanwezig, als restant van de oorspronkelijke vegetatie.

Ook zodenstructuren, zoals wanden van gebouwen of de bekleding van waterputten, zijn uit plaggen opgebouwd. Het onderscheid tussen schone ophogingslagen en zodenstructuren is in boorkernen vaak niet met zekerheid te maken. Vooral een herhaling van bepaalde patronen in de zand- en kleigelaagheid, afgewisseld met een humeuze bandjes, vormt een indicatie voor de aanwezigheid van een zodenstructuur.

Bij de kleibrokken ontbreken zandlaagjes en humeuze bandjes, een aanwijzing dat ze uit dieper gelegen, compactere kleilagen zijn gewonnen. Ook is het mogelijk dat oorspronkelijk bouw materiaal van een zodenstructuur na het afbreken

van deze structuur als egalisatie- of ophogingslaag is aangebracht, waarbij de oorspronkelijke gelaagdheid verstoord is geraakt. Dat de ophogings- en egalisatielagen iets vuil kunnen zijn, is verklaarbaar doordat afval ook op de kwelders rond de terp verspreid kon raken; met het steken van plaggen werd het in de kweldergelaagdheid ingesloten afval weer de terp opgebracht.

Voor ophogings- en egalisatielagen kan ook compacte mest of licht tot sterk mestrijke klei zijn gebruikt (*mestlagen* of *mestrijke kleilagen*). De compacte mestlagen bestaan uit pure mest die kan zijn opgeworpen om een deel van de terp op te hogen of uit te breiden. Juist mest is hiervoor uitermate geschikt, omdat het een isolerende werking heeft en vanwege de vezelige structuur goed vocht doorlaat. Het laatste is uiteraard niet meer het geval als mestlagen in terplichamen eeuwenlang zijn samengedrukt en bij booronderzoek juist door hun compactheid worden gekenmerkt. Met name in Oostergo zijn vaak dikke mestlagen rond het vroegste huispodium (het kernpodium) van kwelderzoden aangebracht om de verhoogde woonplaats zo meer volume te geven.⁸⁹ Ook kan de mest zich direct buiten de ingang van het staldeel van een woonstalhuis bevinden, waar dit materiaal dan in compacte lagen is gestort.⁹⁰ Tot slot is mest, net als kwelderzoden, uitermate geschikt om voormalige sloten of kuilen mee op te vullen. In Anjum is waargenomen dat mestlagen goed begaanbaar werden gehouden door regelmatig een schoon kleidek of een laag schelpen als loopvlak aan te brengen.⁹¹ Dat kleilagen (sterk) mestrijk kunnen zijn, is vermoedelijk te verklaren door intensieve betreding en het daardoor vermengd raken van ophogings- en egalisatielagen van klei en mest.

Tijdens verschillende opgravingen zijn gebouwen aangesneden en kon de opbouw van *vloerniveaus* worden bestudeerd. De vloer in het woondeel van een huis bestaat feitelijk uit een schone ophogingslaag van naast elkaar gelegde zoden of aangesmeerde klei, waarop over het algemeen een vuil loopvlak is gevormd. Doordat vloeren regelmatig werden vervangen, ontstond veelal een karakteristieke afwisseling van schone vloeren en vuile loopniveaus; onder een nieuwe vloer kan een 'rommelige' egalisatielaag zijn aangebracht.⁹² Een deel van het vuil kan bestaan uit as en houtskool, wat samenhangt met de aanwezigheid van een vuurplaats in het woondeel. In het staldeel kunnen ook vloeren van klei zijn aangelegd, die hier zijn afgewisseld met dunne of dikkere lagen compacte mest van de dieren die hier waren gestald.⁹³

Zeker in de smalle kern van een gutsboring is het niet altijd duidelijk of een laag of lagenpakket als een afwisseling van vuile en schone terplagen is te interpreteren, of als de *vulling van een ingegraven spoor*. Na het buiten gebruik raken van een kuil of andere ingraving is voor het dempen namelijk

⁸⁶ Hielkema 2016, 11.

⁸⁷ Bosma 2016, 19-20; Huisman 2016, 22-23 (beide in: Hielkema 2016). Zie ook hoofdstuk 2.

⁸⁸ Huisman 2015, 72-76: monsters 4-12.

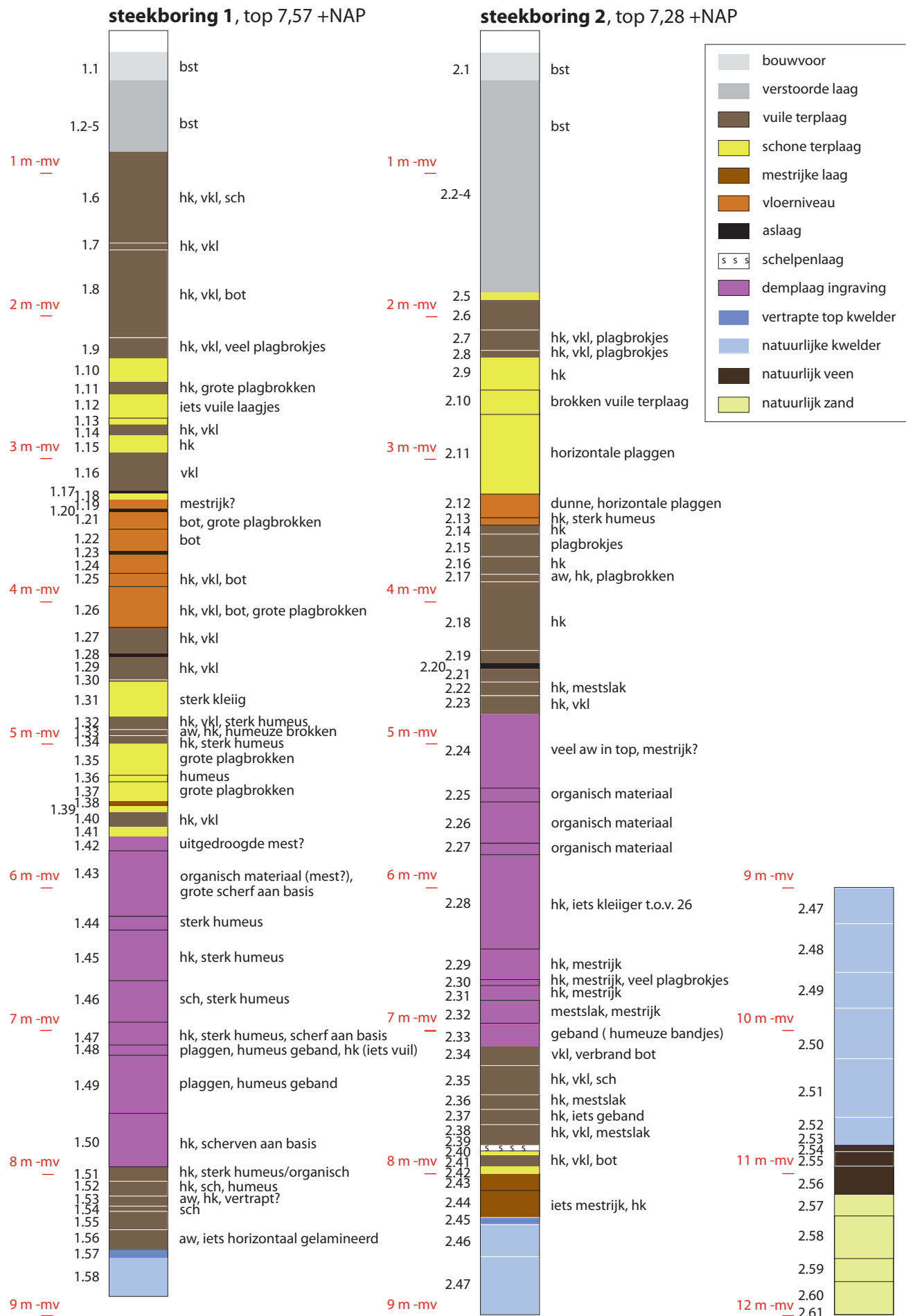
⁸⁹ Zie Nicolay 2008, 92-93, figs. 3.41-42 (Leeuwarden); 2010, 95, fig. 3.3 (Anjum).

⁹⁰ Zie Bantelmann 1975, 58-64, figs. 42, 45 (Elisenhof).

⁹¹ Nicolay 2010, 95, fig. 3.3; schelpen uit de ijzertijd met deze functie zijn ook bekend uit Englum en Ezinge, in Groningen (Nieuwhof 2008, 193; in voorber.).

⁹² Zie Colenberg & Huisman 2018, 226-231 (De Onlanden; voor vloeren van leem, late middeleeuwen).

⁹³ Zie Van Giffen 1940, figs. 18-20 (Leens); Woldring & Kleine 2008, fig. 14.1 (Leeuwarden); Huisman 2010, 107-108 (Peizerwolde; voor vloeren van leem, late middeleeuwen).



Links: fig. 21 Schematische weergave van de gelaagdheid in de mechanisch gestoken boorkolommen (de steekboringen). De individuele lagen zijn per boring apart genummerd, waarbij per laag eventuele bijzonderheden staan vermeld. Afkortingen: aw: aardewerk, bst: baksteen, hk: houtskool, sch: schelp, vkl: verbrande klei of leem. Figuur J.A.W. Nicolay.

hetzelfde materiaal gebruikt als voor het ophogen of egaliseren van de terp: kwelderzoden, kleibrokken, mest en/of afval. In Hogebeintum lijkt vooral de aanwezigheid van plantenresten een indicator voor de interpretatie van een laag als spoorvulling.

Tot slot is de *vertrapte top van de kwelder* als een antropogeen niveau te beschouwen. Vooral in de steilkant van Anjum was goed waar te nemen dat zich direct onder de terplagen een verrommelde laag bevindt, die het gevolg is van intensieve betreding.⁹⁴ Afval rond de terp, een eerste ophogingslaag en natuurlijke lagen uit de top van de kwelder kunnen als gevolg van betreding vermengd zijn geraakt. Ook op een dieper niveau in de kwelderlagen kunnen betredingsporen voorkomen. Deze zijn ontstaan doordat mensen en vooral dieren hier rondliepen op het moment dat ter plaatse nog niet gewoond werd en jaarlijks nieuwe kwelderlaagjes werden afgezet. Naast sporen van betreding zijn soms ook graafsporen binnen de kwelderlagen herkenbaar, bijvoorbeeld op plaatsen waar plaggen zijn gestoken.⁹⁵

De waarneming dat de top van de kwelder vertrapt is, levert belangrijke informatie over de eerste fase van terpvorming. Alleen onder het kernpodium is de top van de kwelder namelijk nog intact. Hoewel niet is uit te sluiten dat voorafgaand aan de bouw van dit podium al mensen en dieren op de kwelder hebben rondgelopen, is de kwelder onder het podium in ieder geval minder frequent betreden dan de omliggende kwelder. Juist daar is vanaf het eerste moment van bewoning namelijk intensief gelopen, werd vee geweid en zijn plaggen gestoken. De aanwezigheid van een vertrapte top in de kwelder, afgedekt door een mestlaag of andere terplaag, wijst er dus op dat ter plekke niet de oudste lagen van een terp zijn opgegraven, maar jongere lagen die *buiten* het kernpodium zijn gevormd.

Steekboring 1: de terplagen in meer detail bekeken

Nadat de mechanisch genomen boorkernen waren opengesneden en gefotografeerd, is het pakket terplagen door Nicolay en Aalbersberg beschreven. De beschrijvingen van beide kernen zijn verwerkt in vereenvoudigde profielen, waarin de nummers van de lagen, het laagtype en eventuele insluitsels of andere bijzonderheden staan vermeld (fig. 21). Omdat de kleur en textuur van individuele lagen al bij de beschrijving van de gutsboringen zijn genoemd, zal bij het bespreken van de steekboringen vooral op de interpretatie van de lagen worden ingegaan.

Het bovenste pakket bestaat uit de bouwvoor en uit lagen die samenhangen met de bouw van de kerk (laag 1.1-5). Dit pakket, dat tot een diepte van 85 cm reikt, kenmerkt zich opnieuw door fragmenten van baksteen, stukken mortel en grind. Tussen 48 en 52 cm is de al genoemde zandlaag opnieuw aangeboord (laag 1.3).

Het pakket terplagen is in hoofdzaak onder te verdelen in de al genoemde laagtypen. Vuile terplagen vormen het bovenste deel van het pakket, aan de onderzijde afgewisseld met schone terplagen (laag 1.6-18). In het middelste deel van het profiel is opnieuw van een afwisseling van vuile en schone terplagen sprake (laag 1.27-41). De diepste terplagen bestaan volledig uit vuile terplagen, zonder insluiting van schonere lagen (laag 1.51-56); één van deze lagen is sterk organisch (laag 1.51). De vuile terplagen kunnen vrij homogeen zijn, maar ook (grote) kleibrokken bevatten. Van boven naar beneden worden de lagen steeds donkerder; terwijl de bovenste lagen bruin van kleur zijn, domineert (donker)bruin bij de onderste lagen. Vrijwel altijd zijn stukjes houtskool en verbrande klei in deze lagen aanwezig, en soms ook stukjes onverbrand bot en schelp. In laag 1.33 en laag 1.53 is terpaardewerk aangetroffen.

De schone terplagen komen ook op drie niveaus voor, in het bovenste en middelste niveau afgewisseld met vuile terplagen. Deze lagen van zandige of meer kleiige plaggen kunnen iets vuil zijn, met stukjes houtskool. In laag 1.12 zijn iets vuile laagjes ingesloten, doordat de plaggen op een locatie waren gestoken waar nederzettingsafval de kwelder inwaaide. In de bovenste lagen zijn de plaggen, of eigenlijk de plagbrokken, deels nog individueel herkenbaar; de lichte zand- en siltlaagjes steken duidelijk af tegen de donkerdere kleibandjes. Van het middelste niveau vormt laag 1.31 een opvallend homogeen pakket van samengedrukte, sterk kleiige plagbrokken. Iets dieper bestaan de lagen 1.35 en 1.37 uit grote plagbrokken. Ook in het onderste niveau, dat tot de vulling van een omvangrijke ingraving wordt gerekend, zijn brokken van plaggen herkend (laag 1.48-49). Deze zijn willekeurig gestort en bestaan uit siltige klei- en humeuze, bijna venige laagjes, een aanwijzing dat de plaggen in een natte laagte buiten de terp zijn gestoken.

In de bovenste helft van het profiel leken in eerste instantie de vullingen van een ingraving te zijn aangeboord. De 'vullagen' zijn geelbruin tot donkerbruin van kleur en worden gekenmerkt door grote, zandige kleibrokken (laag 1.19-26). De lagen bevatten stukjes houtskool, brokjes verbrande klei en fragmenten onverbrand bot; de bovenste laag is mogelijk mestrijk. Pas tijdens het nog te bespreken micromorfologisch onderzoek werd duidelijk dat dit lagenpakket uit een opeenstapeling van vloerniveaus bestaat, gezien de aanwezigheid van aslaagjes vermoedelijk in het woondeel van een boerderij.

Een groot deel van de onderste helft van het profiel wordt gevormd door lagen die inderdaad de vulling van een ingraving vormen (laag 1.42-50). De lagen zijn grijsbruin tot bruin van kleur, veelal sterk humeus en bevatten in het bovenste deel organisch materiaal dat vermoedelijk uit (gedroogde) mest bestaat. Het is deze ingraving waarin de humeus gebande plaggen zijn gestort (laag 1.48-49).

Op vier niveaus zijn ca. 1 cm dikke aslaagjes herkend (laag 1.17, 1.20, 1.23 en 1.28). De bovenste, vrijwel zwarte laag is houtskoolrijk en vermoedelijk vertrapt. De tweede en derde

⁹⁴ Vos 2010, 70, figs. 2.11, 2.16.

⁹⁵ Vos 2010, 70, figs. 2.12, 2.15-16.

laag lijken sterk op de eerste, maar zijn niet vertrapt. De vierde, lichtgrijze laag bevat naast houtskool veel stukjes verbrande klei; de laag is niet vertrapt. De bovenste twee aslagen zijn ingesloten in het pakket vloerniveaus.

Slechts op één niveau is met zekerheid mest herkend, in een dun laagje dat uit sterk mestrijke klei bestaat (laag 1.38). Het laagje is vertrapt en bevat enkele zandige kleibrokjes. Het mestlaagje dat in de gutsboring aan de basis van de terplagen is waargenomen, was in de steekboring niet te zien.

De overgang van de onderste terplaag naar de natuurlijke kwelderlagen is duidelijk vertrapt (laag 1.57). Dit betredingsniveau is iets humeus en mogelijk licht geïnterpreteerd.

Steekboring 2: de terplagen in meer detail bekeken

Het pakket verstoorde lagen is in deze boorkern aanzienlijk dikker en reikt tot een diepte van 182 cm (laag 2.1-4). Dit pakket heeft dezelfde kenmerken als in steekboring 1, hoewel nu geen zandlaag is herkend. Als de foto's van beide boorkernen naast elkaar worden gelegd, is wellicht ook voor steekboring 1 aan te nemen dat de verstoorde lagen hierin tot een vergelijkbare diepte reiken. Vanwege het ontbreken van stukjes baksteen en puin in de lagen 1.6-8 worden deze lagen met enige voorzichtigheid toch als vuile terplagen geïnterpreteerd.

De terplagen zijn in hoofdzaak aan dezelfde drie laagtypen toe te schrijven als die in steekboring 1. Vuile terplagen zijn opnieuw op drie niveaus herkend, in het bovenste, het middelste en het onderste deel van het profiel. De lagen van het bovenste niveau zijn ingesloten tussen schone ophogingslagen (laag 2.6-8). Een dikker pakket, in het middelste deel van het profiel, heeft een grijze tot bruinrijke kleur en is deels sterk homogeen en humeus (laag 2.14-2.23); de minder homogene delen bevatten plagbrokjes. Het diepst gelegen pakket vormt het onderste deel van de terplagen, inclusief twee (iets) mestrijke lagen (laag 2.34-2.44). De lagen zijn ook op dit niveau grijs tot bruinrijke van kleur; ze zijn homogeen en humeus, of bevatten juist plagbrokjes. Laag 2.37 is horizontaal geband met dunne klei- en meer humeuze laagjes. De onderste lagen van dit pakket zijn (iets) mestrijk (laag 2.42-43). Veel van de vuile terplagen in de drie niveaus bevatten stukjes houtskool en verbrande klei. Ook zijn stukjes schelp en mestslak herkend. Een dun laagje bestond overwegend uit mosselfragmenten (laag 2.39; zie fig. 53). De meest bijzondere vondst is een wandscherf van versierde *terra sigillata* uit laag 2.17 (fig. 46).

Schone terplagen zijn vooral in het bovenste deel van het profiel herkend. Een dik pakket van zandige plaggen (laag 2.9-11) komt wat betreft diepte, samenstelling en de deels horizontale ligging van de plaggen sterk overeen met een vergelijkbaar pakket in steekboring 1 (laag 1.10-1.15). In steekboring 1 is tussen de plaggenlagen op twee niveaus echter een vuile terplaag onderscheiden (laag 1.11 en 1.14), terwijl dat in steekboring 2 niet is gebeurd. Bij nader inzien blijken dezelfde vuile lagen ook in boring 2 herkenbaar, zodat het daadwerkelijk om dezelfde lagen gaat. De enige twee andere schone terplagen bevinden zich onderin het profiel; die lagen zijn erg dun en bestaan uit plagbrokken (laag 2.40 en 2.42).

De vloerniveaus zijn ook in deze boorkern aanwezig, als een aanzienlijk dunner pakket (laag 2.12-13) dat dezelfde

kenmerken vertoont als de bovenste vloerniveaus in steekboring 1 (laag 1.19-22). Het gaat om een afwisseling van bruinrijke kleilagen die meer en minder sterk humeus zijn. De vuile terplagen eronder (laag 2.14-17) zijn aanzienlijk minder humeus dan in steekboring 1, maar wellicht eveneens tot het pakket vloerniveaus te rekenen. In tegenstelling tot boring 1 is binnen dit pakket geen aslaagje herkend.

De vulling van een ingraving beslaat een groot deel van de onderste helft van de boorkern (laag 2.24-2.33). De bovenste lagen van dit grijsbruine tot bruine pakket worden deels gekenmerkt door de aanwezigheid van organisch materiaal, terwijl de onderste lagen overwegend mestrijk zijn. De basis van de verder sterk homogene vulling is geband; horizontale kleilaagjes zijn hier afgewisseld met humeuze, detritus-achtige laagjes (laag 2.33). Vooral het onderste deel van de vulling is iets vuil. In de vulling zijn stukjes houtskool aanwezig, eenmaal in combinatie met een stukje verbrande mest (mestslak). Uit de bovenste 10 cm van de vulling is een groot aantal scherven van terpaardewerk verzameld (laag 2.24). Opnieuw bestaan er duidelijke overeenkomsten met de spoorvulling in steekboring 1. Vermoedelijk is in beide boringen dezelfde opvulling van een sloot aangesneden, die in dat geval globaal van noord naar zuid de terp afliep.

Een aslaagje is in deze boorkern maar op één diepte herkend (laag 2.20). Het gaat om een donkergrijs bandje dat 'zandig' oogde en enkele stukjes houtskool bevat.

Mest- of mestrijke lagen zijn vooral herkend in de vulling van de al genoemde sloot. Ook is de basis van de vuile terplagen (iets) mestrijk (lagen 2.43-44).

Direct onder de terplagen is opnieuw de top van de kwelder aangeboord (laag 2.45). Het gaat om een laag donkergrijze, sterk siltige klei die sterk homogeen is. Gezien de overeenkomsten in de opbouw van de natuurlijke kwelder in steekboringen 1 en 2 wordt aangenomen dat het hier om hetzelfde betredingsniveau gaat.

Tussenbalans: een schets van de terpopbouw

Als de gegevens uit de steekboringen worden gecombineerd, is van oud naar jong de ontwikkeling in de opbouw van de terp te schetsen. De basis van de terplagen, op 0,96 en 1,03 m -NAP, rust op een vertrapt niveau (laag 1.57 en 2.45). Dit is een belangrijke aanwijzing dat de locatie van beide boringen zich *buiten* het oorspronkelijke kernpodium bevindt. Dat de onderste terplagen in steekboring 2 (iets) mestrijk zijn en niet uit compacte mest bestaan, geeft aan dat de boringen op enige afstand van het kernpodium zijn gezet.

Het onderste deel van de terp bestaat uit vrij dunne, soms deels gebande lagen die iets vuil zijn en geleidelijk tegen de flank van een ouder terplichaam zijn opgeworpen (laag 1.51-57 en 2.34-44). In beide steekboringen bestaat de onderste helft van het profiel voor een groot deel uit de opvulling van een ingraving, vermoedelijk een sloot (laag 1.42-50 en 2.24-33).

Het middendeel van de boorprofielen bestaat uit lagen die minder goed aan elkaar te koppelen zijn. Het gaat hier om zowel vuile als schone terplagen, waarbinnen deels mooi gelaagde pakketten zijn herkend die op een geleidelijke ophoging van het terplichaam wijzen (laag 1.27-1.41 en 2.14-23).

De schone terplagen hangen samen met een relatief snelle, doelbewuste ophoging. Illustratief is het pakket met grote, zandige plagbrokken (laag 1.35 en 1.38), evenals de compacte laag van kleinere plagbrokken (laag 1.31) in steekboring 1.

De vuile en schone terplagen worden afgedekt door een mooi gelaagd pakket vloerniveaus (laag 1.19-26 en 2.12-13). Alleen in steekboring 1 zijn aslaagjes herkend, die een aanwijzing vormen dat de vloerniveaus binnen het woondeel van een boerderij zijn gevormd. Onzeker is of de vloerniveaus één geheel vormen en dus binnen hetzelfde gebouw lagen; de sterke overeenkomsten tussen de lagen 1.19-22 en 2.12-13 sluiten dit niet uit.

Het bovenste deel van de ongestoorde terp bestaat opnieuw uit een afwisseling van vuile en schone terplagen (laag 1.6-18 en 2.5-11), die in beide steekboringen sterk overeenkomen. De ophogingslagen worden gevormd door zandige, nog goed herkenbare plaggen, waarvan brokjes ook in de vuile terplagen binnen dit pakket aanwezig zijn. Deze plaggen ontbreken in de homogene lagen die de bovenste vuile terplagen in boring 1 vormen (laag 1.6-9, met alleen in 1.8-9 kleine plagbrokjes); mogelijk gaat het hier om akkerlagen.

De top van het terplachaam is tot een aanzienlijke diepte verstoord tijdens de bouw en latere verbouwingen van de kerk. Deze verstoring reikt ter plekke van steekboring 2 tot een diepte van ca. 180 cm (laag 2.1-4). In steekboring 1 is de ondergrens van de verstoring met minder zekerheid aan te geven; op basis van de veldwaarnemingen wordt met enige voorzichtigheid een verstoringsdiepte van 85 cm aangehouden. Dit betekent dat de nog intacte terplagen een dikte hebben van minimaal 6,4 m (steekboring 2: ca. 1,00 m -NAP tot 5,40 m +NAP).

Over de ouderdom van de terplagen zijn alvast enkele uitspraken te doen, voordat hieronder de ^{14}C -dateringen en het vondstmateriaal uit de zeefmonsters worden besproken. Uit de boorprofielen blijkt dat tijdens de aanleg en latere verbouwingen van de kerk de bovenste terplagen zijn vergraven. De door RAAP verzamelde vondsten uit de verstoorde toplaag dateren dit niveau op zijn vroegst in de 12de eeuw. De weinige scherven die uit de steekboringen zijn verzameld, bestaan uitsluitend uit het al genoemde terpaardewerk, dat globaal in de ijzertijd en Romeinse tijd is te dateren (ca. 500 v. tot 300 n.Chr.). Tot dezelfde periode hoort ook de enige scherf van import aardewerk: het fragment versierde *terra sigillata*

(ca. 100-300 n.Chr.). Hoewel op grond van deze gegevens de conclusie zou kunnen worden getrokken dat de terp van Hogebeintum grotendeels in de ijzertijd en Romeinse tijd is opgeworpen, blijkt uit de analyse van het aardewerk uit de zeefmonsters dat wel degelijk jongere lagen uit de volksverhuizingstijd en de Merovingische periode aanwezig zijn.

Ondanks de prachtige laagsequentie die in Hogebeintum is aangeboord, zijn geen overtuigende zodenwanden van gebouwen aangeboord. De verklaring hiervoor is dat met een boring slechts een fractie van een volledig terpprofiel in beeld komt. De kans dat een zodenwand wordt aangeboord, is heel klein. Alleen als grotere terpdoorsneden worden opgeschoond, zijn vaak wel wanden van huizen herkenbaar.

6 Ouderdom van de lagen: ^{14}C -dateringen (Schepers & Aalbersberg)

Bij de uitwerking van de boorgegevens zijn uit de lagen in de steekboringen zeven niveaus geselecteerd om te dateren met de ^{14}C -methode. De niveaus vallen in de eerste plaats zoveel mogelijk samen met de voor pollenonderzoek bemonsterde lagen (zie fig. 39). Daarnaast is geprobeerd om de dateringen zoveel mogelijk over de terplagen te spreiden, zodat een indruk kan worden verkregen van de snelheid waarmee de terp zijn uiteindelijke hoogte heeft verkregen. Met één uitzondering komen alle gedateerde monsters uit de steekboring 2.

Monstergegevens

De gedateerde lagen, de laagtypen en het gedateerde materiaal zijn weergegeven in tabel 2. In steekboring 1 is een vuile terplaag uit het bovenste pakket met verder overwegend schone terplagen gedateerd (laag 1.14). Vier van de andere dateringen zijn gebruikt om de middelste en onderste pakketten met vuile terplagen in steekboring 2 te dateren: voor beide pakketten is zowel de onderste als de bovenste laag gedateerd (laag 2.14/2.23 en 2.34/2.44). Het onderste niveau vormt de laag direct op de vertrapte top van de natuurlijke kwelder (laag 2.44). Tot slot is de basis van de veenlaag gedateerd (basisveen; laag 2.56), ofwel het niveau direct boven de pleistocene ondergrond.

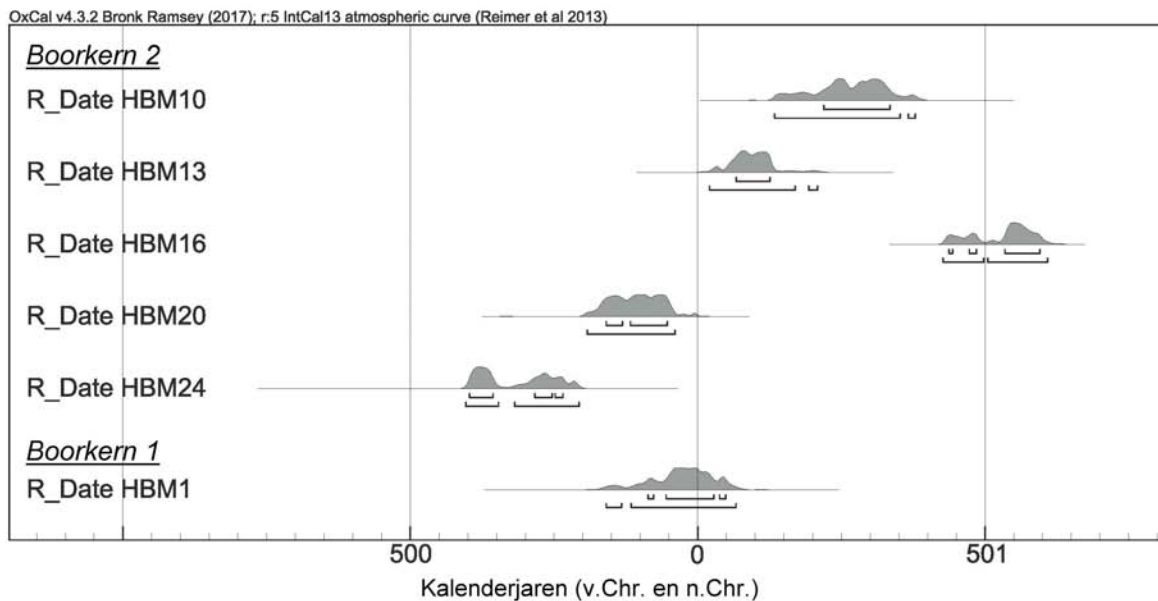
Alle dateringen, met uitzondering van monster HBMGa1, zijn uitgevoerd op zaden en vruchten van terrestrische planten, ofwel planten die met hun wortels in humeuze bodems

Tabel 2. Monstergegevens van de ^{14}C -dateringen uit de steekboringen 1 en 2. Per monster is de diepte, het laagtype en het gedateerde materiaal aangegeven.

monster-nr.	steekboring	diepte (onder maaiveld)	diepte (NAP)	laagtype	gedateerd materiaal
HBM1	1	2,68-2,86 m	+4,83 m	vuile terplaag (laag 1.14)	gerst (<i>Hordeum vulgare</i>), verkoold
HBM10	2	3,46-3,52 m	+3,82 m	top vuile terplaag (laag 2.14)	kruldistel (<i>Carduus crispus</i>) en grote brandnetel (<i>Urtica dioica</i>)
HBM13	2	4,67-4,77 m	+2,51 m	basis vuile terplaag (laag 2.23)	hopklaver (<i>Medicago lupulina</i>), verkoold
HBM16	2	6,42-6,52 m	+0,76 m	spoorvulling (basis laag 2.28)	vlas (<i>Linum usitatissimum</i>)
HBM20	2	7,12-7,22 m	+0,16 m	top vuile terplaag (laag 2.34)	gevlekte scheerling (<i>Conium maculatum</i>)
HBM24	2	8,12 m	-0,84 m	basis vuile terplaag (laag 2.44)	varkensgras (<i>Polygonum aviculare</i>)
HBMGa1	2	11,10 m	-3,82 m	basis basisveen (laag 2.56)	veen (bulk)

Tabel 3. De resultaten van de ^{14}C -dateringen (zie ook tabel 2, fig. 22 en fig. 59). De dateringen zijn gekalibreerd met OxCal 4.3.2.

monsternummer	laboratorium nummer	ouderdom (BP)	gekalibreerd, in kalenderjaren (met de betrouwbaarheid)
HBM1	GrA-67640	2040 $\pm$ 40	167 v.C.-30 n.Chr. (92,5%)
HBM10	GrA-67641	1770 $\pm$ 40	135-353 n.Chr. (93,3%)
HBM13	GrA-67596	1910 $\pm$ 30	21-170 n.Chr. (93,6%)
HBM16	GrA-67642	1520 $\pm$ 30	428-609 n.Chr. (95,4 %)
HBM20	GrA-67643	2085 $\pm$ 30	193-40 v.Chr. (95,4 %)
HBM24	GrA-67644	2275 $\pm$ 40	404-347, 319-207 v.Chr. (95,4 %)
HBMGa1	GrA-67646	4750 $\pm$ 35	3638-3504, 3428-3381 v.Chr. (95,4 %)

Fig. 22 Overzicht van de ^{14}C -dateringen van organische monsters uit beide steekboringen, omgerekend in kalenderjaren. Kalibratie met Oxcal v4.3.2, met betrouwbaarheidsintervallen voor 1 en 2 sigma (zie tabel 3). Figuur A. Nieuwhof.

groeien en daar zoekt water en mineralen uit opnemen. Bij het dateren van aquatische planten, in het kweldergebied afkomstig uit brak tot zout water, treedt een zogenaamd 'verouderingseffect' op. Monster HBMGa1 bevatte vrijwel geen determineerbare macroresten. Daarom is er bij dit monster voor gekozen om het veen zelf te laten dateren.

Evaluatie van de dateringen

De verkregen dateringen staan in tabel 3 en figuur 22. De datering van het basisveen is reeds besproken (HBMGa1; 4750 $\pm$ 35 BP). Van de zes dateringen die op zaden en vruchten uit vuile terplagen zijn gedaan, springen er twee in het oog, namelijk HBM16 en HBM1. Datering HBM16 (1520 $\pm$ 30 BP) is, in vergelijking tot de andere dateringen, ongeveer 400 tot 500 jaar te jong. Een mogelijke verklaring is dat dit vlaszaad via een worm- of insectengang in een diepere laag terecht is gekomen. Datering HBM1 (2040 $\pm$ 40 BP) is op het eerste gezicht enkele honderden jaren te oud. Een simpele verklaring hiervoor is dat het gedateerde materiaal indertijd uit oudere lagen opgespit is.

De overige vier dateringen (HBM24, HBM20, HBM13 en HBM10) vertonen geen afwijkingen en geven de indruk dat de gedateerde lagen tot een hoogte van 3,82 m +NAP (de hoogte van de hoogste betrouwbare datering HBM10) gedurende de ijzertijd en Romeinse tijd zijn ontstaan (zie fig. 59).

7 Geofysica: elektrische weerstand en grondradar (Ngan-Tillard)

De opbouw van de terp is onderzocht met behulp van elektrische weerstandsmetingen (*Electric Resistivity Tomografie* of ERT) en grondradar (*Ground Penetrating Radar* of GPR). Met behulp van ERT kan de elektrische geleidbaarheid van de ondergrond in kaart gebracht worden. Het GPR-systeem geeft een overzicht van contrasten in magnetische permeabiliteit, permittiviteit en/of elektrische geleidbaarheid in de ondergrond.⁹⁶ Aangezien deze materiaaleigenschappen een gevolg zijn van grondsoort, vochtgehalte en de saliniteit van het grondwater zijn zowel GPR als ERT geschikt voor het in kaart brengen van de ondiepe ondergrond.⁹⁷ De meetlijn met sensoren werd parallel aan de noordelijke muur van de kerk gelegd, in de ruimte tussen de zuidelijke muur van de kerk en de graven op het kerkhof.

De GPR-meting werd uitgevoerd met antennes van 250, 500 en 1000 MHz. Resultaten van de drie sets van antennes bleken consistent te zijn, zoals zichtbaar in drie dwarsdoorsneden die in grijswaarden zijn weergegeven (fig. 23). Het resultaat van GPR-metingen is een radargram, dat wordt

⁹⁶ 'Permittiviteit' is de mogelijkheid van een materiaal om elektrische energie op te slaan in een elektrisch veld.

⁹⁷ Zuada Coelho *et al.* 2015; Schmidt *et al.* 2016; Rinsema *et al.* 2018.

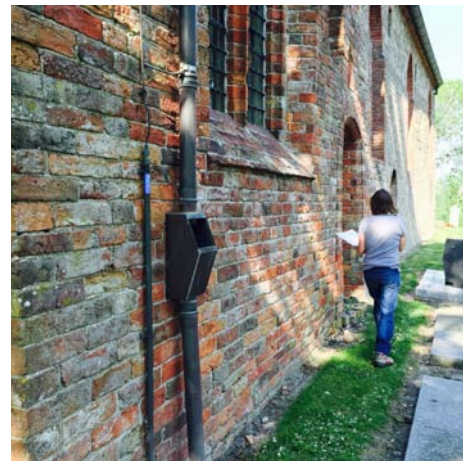
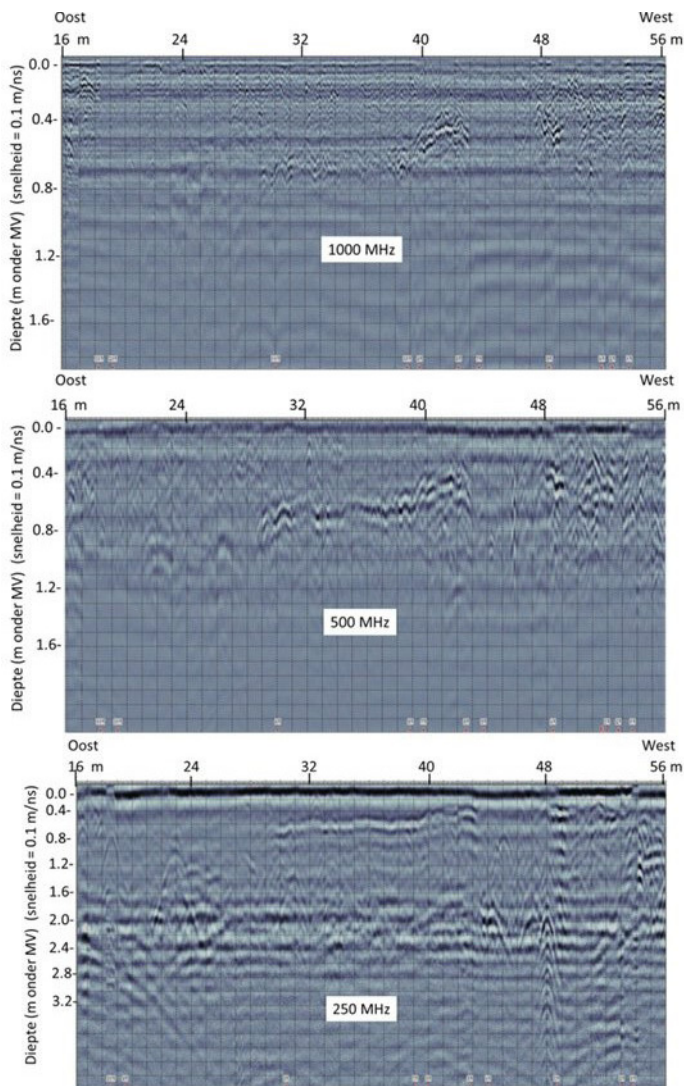


Fig. 23 Dwarsdoorsneden van de GPR-metingen met antennes van 1000, 500 en 250 MHz, met twee foto's van de koperen leidingen en regenpijpen die de meetdata hebben verstoord. Voor een toelichting, zie de tekst. Doorsneden en foto's D. Ngan-Tillard.

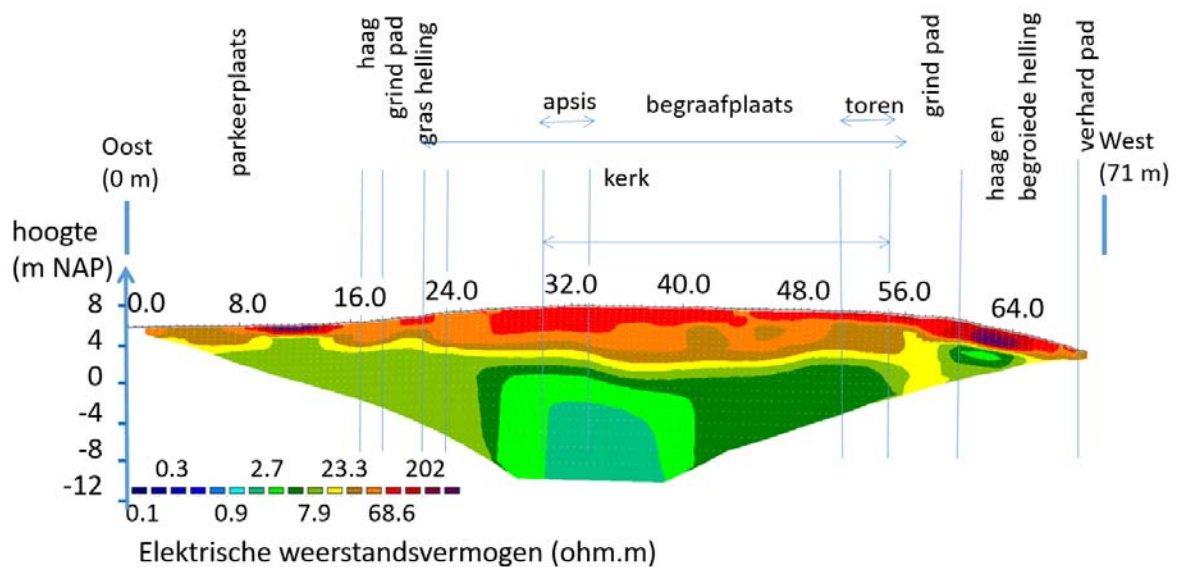


Fig. 24 Weergave van de ERT-resultaten. De weerstand van de ondergrond is weergegeven van rood (relatief hoge weerstand) tot groenblauw (relatief lage weerstand). De boringen zijn ter hoogte van de toren gezet, rond 53 en 56 m op het meetlint. Figuur D. Ngan-Tillard.

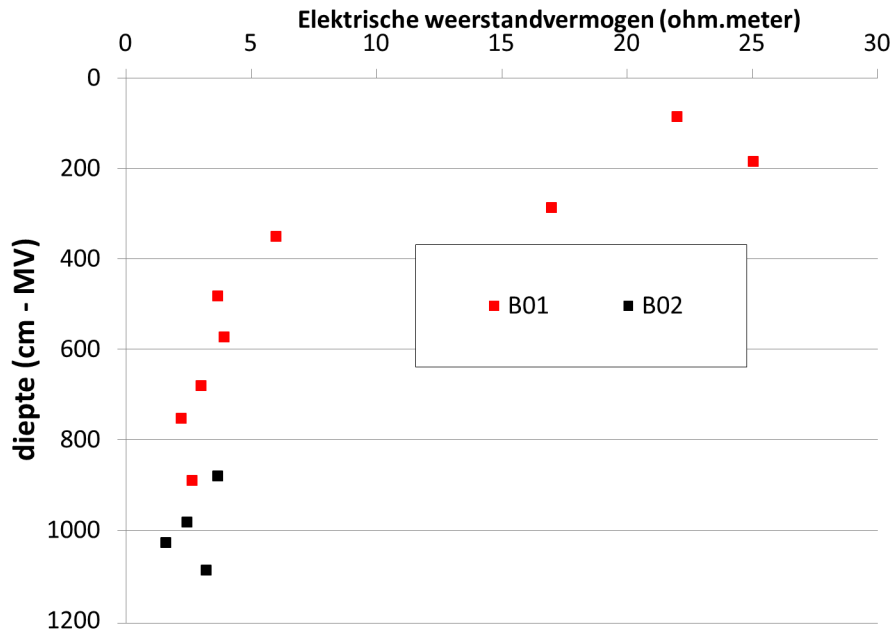


Fig. 25 Elektrische weerstand van individueel gemeten lagen in steekboring 1 (B01, rode symbolen) en steekboring 2 (B02, zwarte symbolen). Figuur D. Ngan-Tillard.

verkregen door het GPR-systeem langs de meetlijn te trekken. Het radargram bestaat uit verticale meetgegevens, die op korte afstand (enkele cm) van elkaar zijn verkregen langs de meetlijn. Op ieder meetpunt zendt de zendende antenne hoogfrequente elektromagnetische straling uit. De ontvangende antenne registreert de teruggekaatste straling in tijd. De verticale banen in figuur 23 geven de aankomsttijd, amplitude (in grijstinten) en polariteit (zwart dan wel wit) aan, van de straling die aankomt bij de ontvangende antenne. De uitgezonden straling beweegt zich van zendende naar ontvangende antenne, via de lucht of de ondergrond, in een rechte lijn, of na reflectie, refractie of diffractie als het signaal op een raakvlak tussen twee materialen met verschillende elektromagnetische eigenschappen stuit. Van het signaal dat wordt uitgezonden bereikt maar een klein deel de ontvangende antenne. De rest van de energie wordt verstrooid, of zwakt af. Verschillende natuurkundige processen zorgen voor de afzwakking van het GPR-signaal. Indien het signaal in hoge mate wordt afgezwakt, gaat dat ten koste van het dieptebereik. Vooral materialen met een hoge elektrische geleidbaarheid, zoals klei, grond die verzadigd is met zout water en sterk heterogene grond, zorgen voor een hoge mate van afzwakking.

Voor de interpretatie van GPR-data is niet veel signaalverwerking vereist. Sterke reflecties en hyperbolen in de data wijzen respectievelijk op gelaagdheid en een heterogeniteit in de ondergrond. Op 0,6 m diepte (uitgaande van een snelheid van 0,1 m/ns: meter per nano-seconde) is in alle drie de dwarsdoorsneden een reflectie zichtbaar als een donkergrijze baan. Sterke golvende patronen wijzen op onregelmatigheden in de ondergrond. Aangezien de indringingsdiepte slechts 0,5, 1,0 en 2,4 m was, respectievelijk voor 1000, 500 en 250 MHz, gaat het hier waarschijnlijk om de invloed van moderne voorzieningen (kabels en leidingen) langs de muur van de kerk (fig. 23).

De ERT-meting werd uitgevoerd met behulp van een Wenner Schlumberger-configuratie met 72 elektroden, die op een onderlinge afstand van 0,5 m waren geplaatst. Tijdens

deze metingen wordt de ogenschijnlijke weerstand (in Engels: *apparent resistivity*) van de ondergrond gemeten. Dit gebeurt door stroom te injecteren tussen twee elektroden, en tussen twee andere elektroden het potentiaalverschil te meten. Wanneer de afstand tussen die stroominjectie-elektroden groter gemaakt wordt, loopt er meer stroom door een dieper gedeelte van de ondergrond. Zodoende kan ook dieper in de ondergrond de weerstand gemeten worden. Na de dataverzameling worden de ogenschijnlijke weerstanden geïnterpreteerd tot een model van de werkelijke weerstand van de ondergrond.

De ERT-doorsnede geeft een structuur weer, waarbij de terplagen een relatief hoge weerstand (rode, oranje, bruine en gele kleuren) en de natuurlijke afzettingen minder weerstand (licht- tot donkergroene kleuren) lijken te hebben (fig. 24). De gele en lichtgroene zones op de ERT-doorsnede corresponderen echter niet met de overgang tussen terpmateriaal en de natuurlijke lagen. Deze overgang zou voor een terplachaam met een dikte van 8 m op grotere diepte moeten liggen. Deze overgang van terpmateriaal naar natuurlijke kwelderlagen is niet als een scherpe overgang in elektrische weerstand te zien. De verticale scheidingen binnen de groene lagen weerspiegelen slechts een klein verschil in de soortelijke weerstand, die op basis van de huidige gegevens niet goed te interpreteren is.

De globale opbouw van de terp bestaat volgens figuur 24 uit drie lagen, respectievelijk met hoge, intermediaire en lage weerstand. Om betekenis aan deze driedeling te kunnen geven, is de elektrische weerstand van enkele individuele lagen in boorkernen van de steekboringen (B01 en B02) gemeten (fig. 25). Op basis van een vergelijking tussen deze metingen, het ERT-profiel en de lithologische beschrijving van de boringen zijn de volgende drie 'weerstandszones' te onderscheiden:

1. De zone van 0 m tot 3 m onder maaiveld in B01, met een hoge elektrische weerstand ($> 15 \text{ Ohm.m}$). Deze correspondeert met de bovenlaag van siltige klei. Op de ERT-doorsnede zijn de hoge weerstanden in rood, oranje en bruin weergegeven. De bovenste laag (in rood), die



Fig. 26 Boorprofielen van de steekboringen met de locaties van de XRF-metingen (witte sterren, nrs. 1-27) en de bakjes voor micromorfologisch onderzoek (rechthoeken, nrs. 1-17). Er is geen monster 6 genomen. Figuur J.A.W. Nicolay.

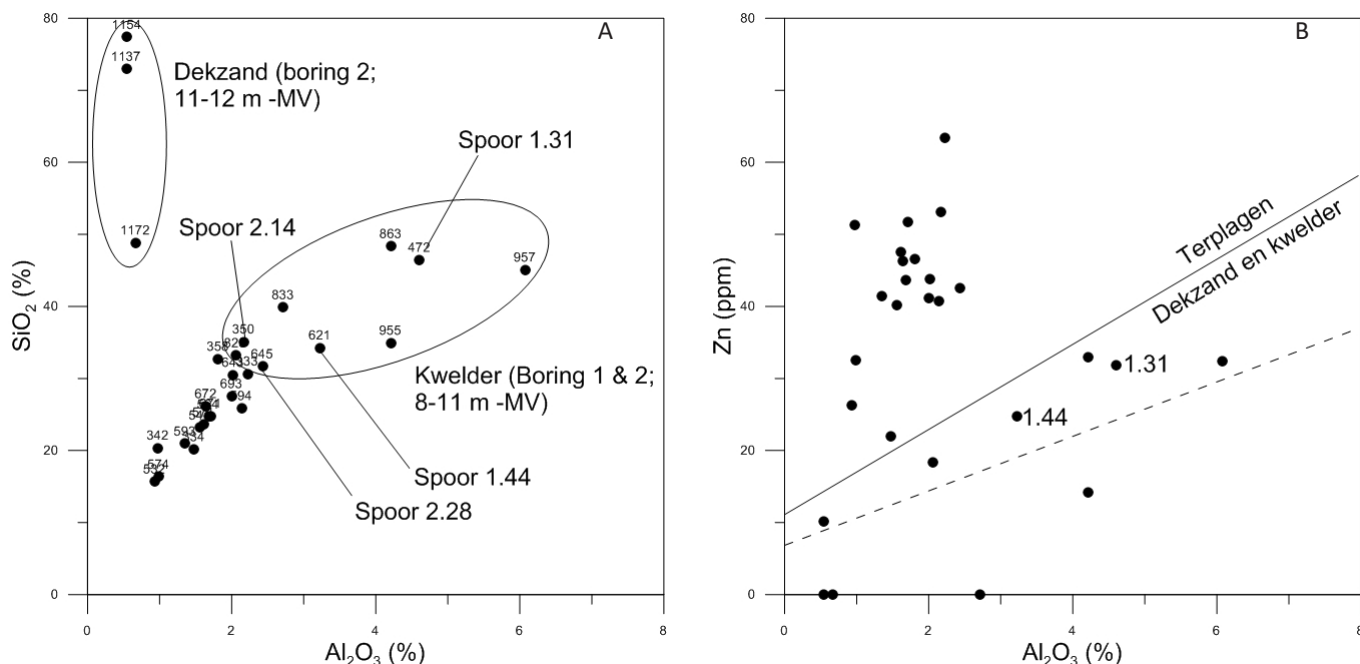


Fig. 27 Scatterplots van XRF-metingen op de steekboorkernen. A: Aluminium (Al₂O₃) versus silicium (SiO₂). In deze plot vormen de monsters uit dekzand een aparte groep. De andere monsters vertonen een positieve correlatie tussen Al₂O₃ en SiO₂. B: Aluminium versus zink (Zn). De gebroken lijn geeft de natuurlijke achtergrondrelatie, zoals berekend door Huisman et al. (1997). De doorgetrokken lijn geeft de grens tussen dekzand en kwelder afzettingen enerzijds, en terplagen anderzijds. Figuur D.J. Huisman.

tot 2 m dik is en met de bouwvoor en verstoorde lagen overeenkomt, geeft de meeste weerstand. De bodem vertoont een heel hoge weerstand ter plekke van de verharde parkeerplaats en de begroeide helling van de terp aan de einden van de ERT-lijn.

2. Een zone met een middelmatige elektrische weerstand (5-15 Ohm.m), van 3 tot 4,5 m onder maaiveld in B01. Op de ERT-doorsnede overeenkomt deze zone waarschijnlijk overeen met de gele en lichtgroene kleuren. In gutsboringen 2 en 3 correspondeert de gele en lichtgroene kleur met de al dan niet humeuze terplagen, die deels uit klei/plaggen bestaan.
3. Een zone met lage elektrische weerstand (< 5 Ohm.m), van 4,5-5 m onder maaiveld tot de onderste elektrische metingen in B01 en B02. Deze zone bevat zowel terpmateriaal als natuurlijke sedimenten. Op de ERT-doorsnede zijn deze lage weerstanden weergegeven in donkergroene, groene en blauwgroene kleuren.

Hoewel het geofysisch onderzoek inzicht verschaft in de opbouw en samenstelling van de lagen waaruit een terp bestaat, is het hier gepresenteerde onderzoek te beperkt van omvang geweest om een aanvulling te kunnen zijn op de beschrijving van de guts- en steekboringen. Het zou zinvol zijn dit onderzoek elders te herhalen, op een locatie waar genoeg ruimte is voor een rastermeting, zodat er meer gezegd kan worden over de diepte en omvang van de gedetecteerde lagen.

8 Chemische analyses en micromorfologie (Huisman)

Nadat de kernen van de steekboringen waren doorgesneden en geopend, zijn op één helft van beide kernen chemische analyses gedaan op het vers aangesneden oppervlak. Hierbij is gebruik gemaakt van een NITON *hand-held* XRF. XRF (röntgenfluorescentiespectrometrie) is een methode om de chemische samenstelling van materialen te kunnen bepalen. Daarnaast zijn uit dezelfde helft van de boorkernen rechthoekige ongestoorde monsters gestoken om hier slijpplaten van te maken en deze op een later moment micromorfologisch te onderzoeken. De uitkomsten van beide onderzoeken worden hier toegelicht en met de geologische en archeologische informatie vergeleken.

XRF-analyse

Op de twee kernen zijn in totaal 27 XRF-metingen gedaan. Bij het spreiden van de meetpunten over de kernen is geprobeerd de gehele bandbreedte aan chemische variabiliteit in de aangeboorde lagen te karakteriseren. Daarbij zijn relatief veel metingen gedaan op lithologisch gezien verschillende lagen en opvallende laagovergangen waar (post-sedimentaire) chemische processen gespeeld zouden kunnen hebben. Uiteindelijk zijn de volgende sporen gemeten: de vulling van een sloot of andere ingraving, enkele vuile terplagen, een schone terplaag, een pakket vloerlagen, de natuurlijke kwelder (inclusief vertrapte top) en het pleistocene dekzand (fig. 26). De meetresultaten zijn weergegeven in bijlage 3.

Wat als eerste aan de metingen opvalt, is dat de gehalten aan aluminium (Al₂O₃) laag zijn voor fijnkorrelige afzettingen, zoals terp- en kwelderlagen. Waar kleiige afzettingen in de regel 12-16% Al₂O₃ bevatten, komen de gehalten in Hogebeintum niet boven de 7% uit. In de feitelijke terplagen

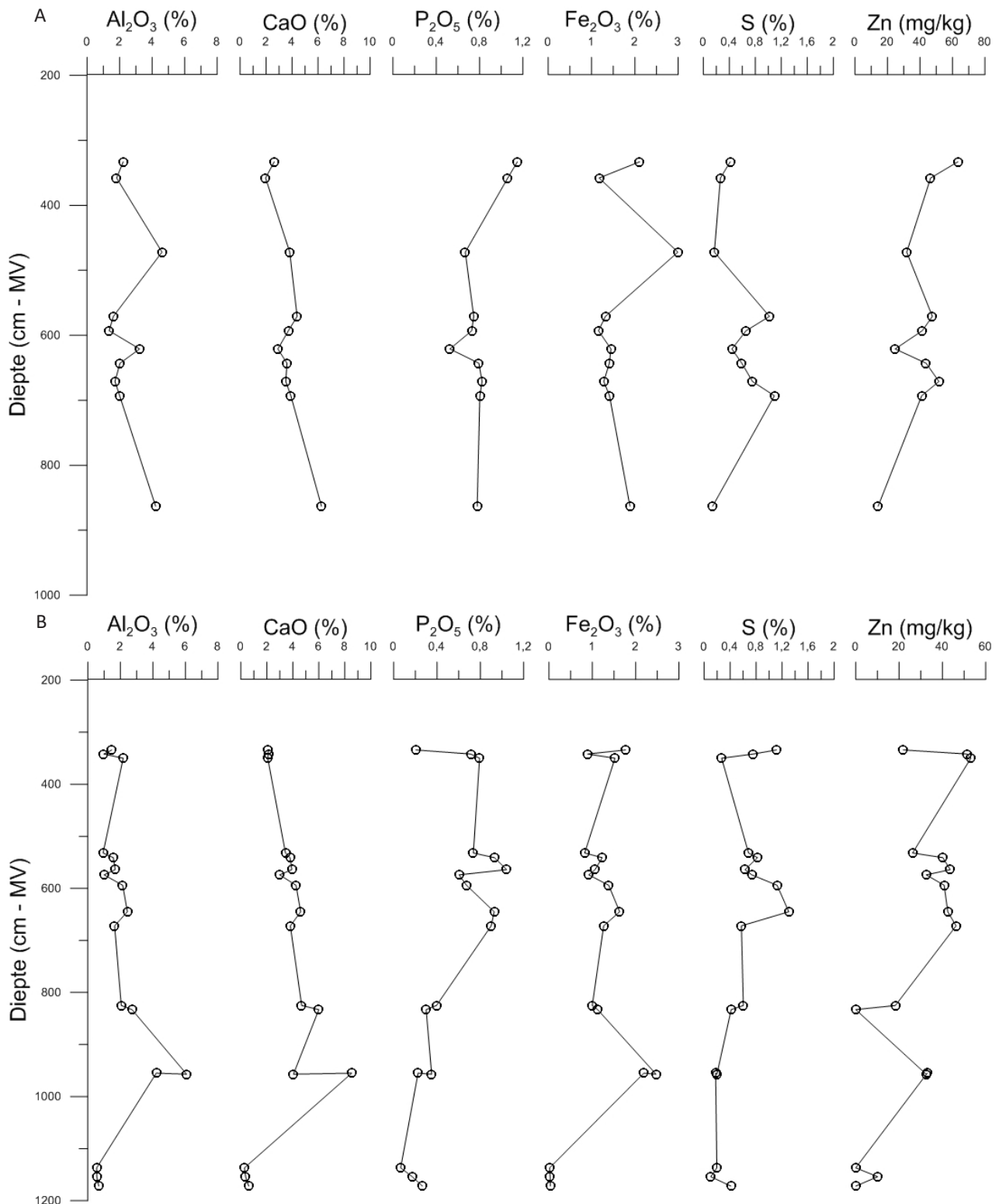


Fig. 28 Diepteprofielen van de XRF-metingen in steekboring 1 (A) en steekboring 2 (B). Figuur D.J. Huisman.

komt alleen de meting van laag 1.31 net boven de 4% uit. Als we de Al_2O_3 -gehaltes tegen de gehalten aan SiO_2 (siliciumdioxide) afzetten, zijn er verschillende groepen te onderscheiden (fig. 27). Het dekzand, alleen aangeboord in steekboring 2, heeft hoge SiO_2 -gehaltes en bevat weinig Al_2O_3 . Dit is normaal voor goed gesorteerd zand waarin weinig tot geen klei voorkomt. De rest van de monsters heeft veel lagere SiO_2 -gehaltes, met een positieve correlatie tussen SiO_2 en Al_2O_3 . Dat is opvallend: normaliter vertonen SiO_2 en Al_2O_3 een

negatieve correlatie. Samen met de lage Al_2O_3 -gehaltes wijst dit erop dat mineraal materiaal (silt en klei) in sterke mate is 'verdund' met andere materialen, zoals organische stof en kalk. Dit verklaart ook dat de kwelderafzettingen de hoogste waarden van Al_2O_3 bevatten, net als enkele lagen in het terplichaam (laag 1.31, 1.44, 2.14, 2.28). Deze lagen bestaan (deels) uit plaggen die uit de kwelder zijn gestoken, zoals zeker geldt voor een schone ophogingslaag (laag 1.31). In de andere gevallen zijn vermoedelijk plaggen of plagfragmenten in een

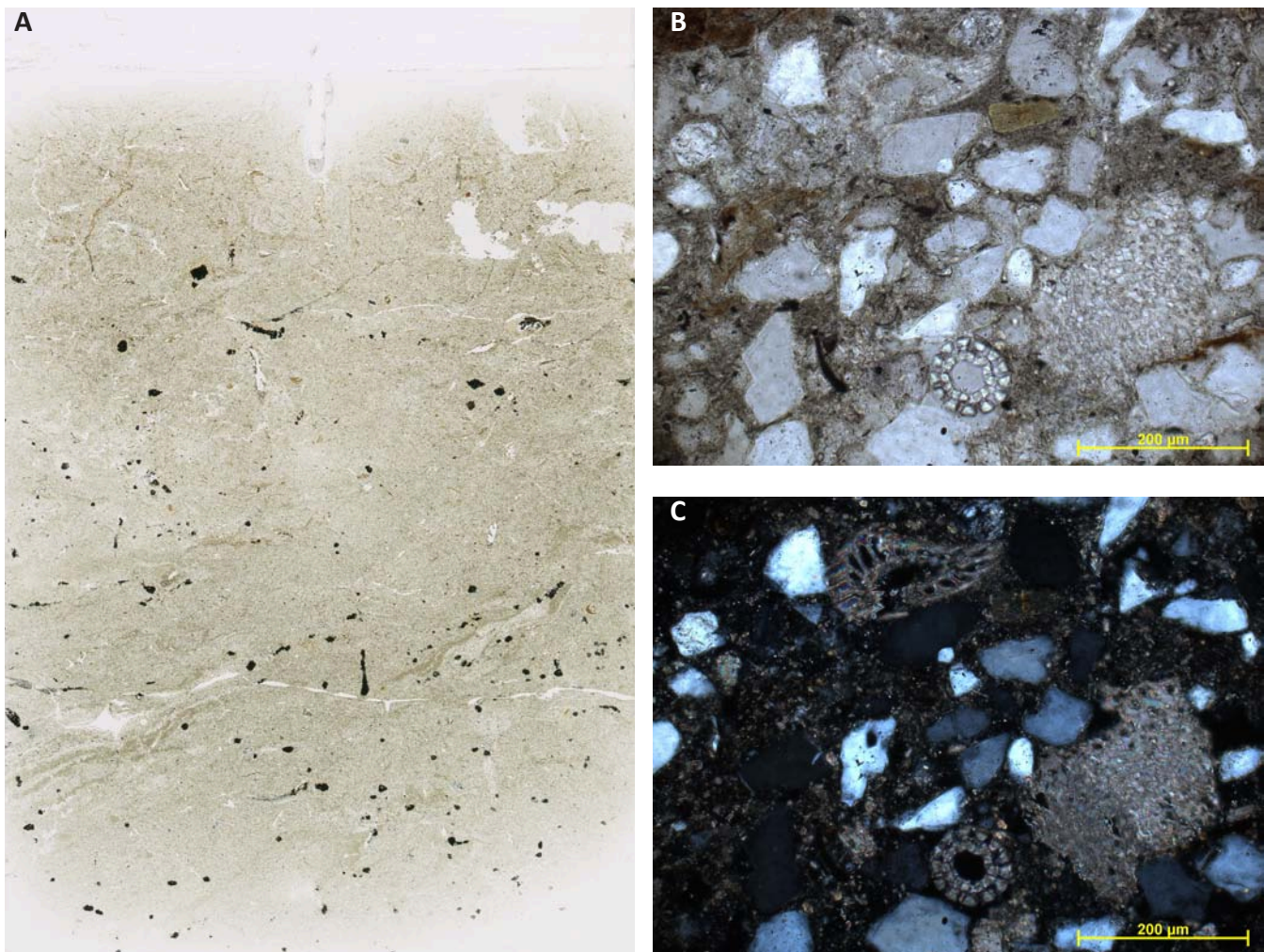


Fig. 29 Micromorfologische kenmerken van groep I. A: Scan van monster 17 (kwelder-afzettingen). B: Minerale stengelvormige objecten, mogelijk van een soort kalkwieren, tussen klei- en zandkorrels, in monster 17, met eenmalig gepolariseerd licht (PPL). C: idem, met dubbel gepolariseerd licht (XPL) Figuur D.J. Huisman.

vuile terplaag (laag 2.14) en de opvulling van ingraveningen gemeten (laag 1.44 en 2.28).

In figuur 28 zijn de diepteprofielen van de belangrijkste elementen weergegeven. Een aantal waarnemingen is opmerkelijk. In de eerste plaats valt op dat de gehalten aan calcium (Ca) in de terplagen als weerslag van het kalkgehalte naar boven toe lager worden. Dit zou kunnen duiden op het oplossen van kalk, maar kan er evengoed op wijzen dat de bodems in de omgeving van de terp – waar het ophogingsmateriaal in principe vandaan komt – gedurende de periode van terpbewoning zijn gaan ontkalken. De gehalten aan fosfaat (P_2O_5) zijn weliswaar hoger in het terplichaam dan in de onderliggende kwelder- en dekzandafzettingen, maar niet zo hoog als te verwachten is in sterk antropogeen beïnvloede afzettingen. De variatie in ijzeroxide (Fe_2O_3) en zwavel (S) geven aan dat verschillende ijzermineralen voorkomen in het terplichaam. Zowel ijzersulfides (zoals pyriet), als ijzeroxides, ijzercarbonaten en ijzerfosfaten zouden voor kunnen komen, afhankelijk van het bodemmilieu (zoet versus zout; oxiderend versus reducerend).

In figuur 27 vertonen de monsters uit het dekzand en de kwelder een correlatie tussen zink (Zn) en aluminium (Al_2O_3). Dit is normaal voor natuurlijke, verweerde en goed gesorteer-

de sedimenten, zoals die in Nederland voorkomen.⁹⁸ De Zn-waardes in de terplagen zijn echter systematisch verhoogd met enkele tientallen mg/kg ten opzichte van de natuurlijke ondergrond. Verhoogde waardes van Zn zijn in het verleden wel verklaard door de aanwezigheid van botmateriaal of mest in de bodem.⁹⁹ Systematisch verhoogde Zn-gehalten in heterogene, gestapelde antropogene lagen zijn echter nog niet eerder beschreven. Zonder verder onderzoek kunnen we deze Zn-concentraties het beste zien als algemene indicator voor intensieve menselijke activiteit.

Micromorfologisch onderzoek

In totaal zijn 16 monsters genomen voor micromorfologisch onderzoek (tabel 4).¹⁰⁰ Enerzijds is ernaar gestreefd de monsters een representatief beeld te laten geven van de variatie aan terplagen. Anderzijds zijn monsters genomen van opvallende lagen of laagopeenvolgingen, om inzicht te krijgen in hun formatie. De monsters zijn genomen in standaard aluminium bakjes ('kubiena tins').

⁹⁸ Zie Huisman *et al.* 1997.

⁹⁹ Wilson *et al.* 2008 (botmateriaal); Oonk *et al.* 2009a; 2009b (mest).

¹⁰⁰ Van één monster (nr. 12) is het niet gelukt een slijpplaat te maken.

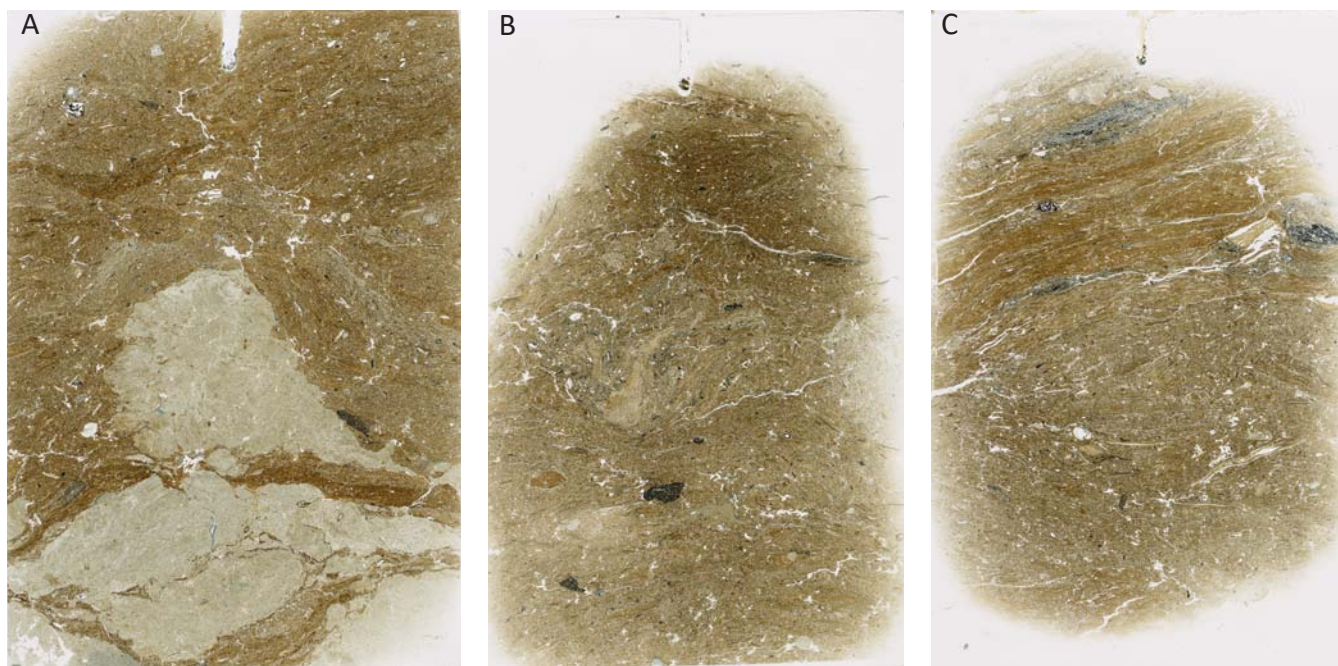


Fig. 30 Micromorfologische kenmerken van groep II. A: Monster 13 (gelaagde mestafzettingen met siltbrokken). B: Monster 7 (gelaagde mest met ingebed groot aggregaat in het centrum). C: Monster 8 (gelaagde mest met ingebed houtskool en as). Figuur D.J. Huisman.

De monsters zijn in het laboratorium van de RCE in Amersfoort geïmpregneerd met kunsthars. Vanwege de organische lagen en de waterverzadigde, fijne sedimentpakketten is hierbij gekozen voor de aceton-methode. Als eerste stap van deze methode is het water in de monsters vervangen door aceton. Vervolgens zijn de monsters geïmpregneerd met kunsthars, waarbij vacuümbehandelingen zijn toegepast om de kunsthars in alle poriën te laten dringen en om de aceton sneller te laten verdampen. Nadat alle aceton was verdamppt, zijn de monsters bestraald met gammastraling, zodat de kunsthars uithardde. De uitgeharde monsters zijn verzaagd en van ieder monster is een plakje van enkele millimeters dik op een objectglas bevestigd. Tot slot is dit plakje geslepen tot

een dikte van 30 micron, en afgedekt met een afdekglasje om er zo een slijpplaat van te maken.

De monsters zijn bestudeerd met een Axioskop 40 polarisatiemicroscoop met opvallend licht en fluorescentie-optie (blauw licht en ultraviolet). Met de microscoop kon worden vergroot van 25 tot 1000x. De volgende belichtingsopties waren beschikbaar:

- Eenmalig gepolariseerd licht (*plane polarized light*; PPL)
- Dubbel gepolariseerd licht (*cross polarized light*; XPL)
- Dubbel gepolariseerd licht met gipsplaatje (XPLL) voor nadere mineraalidentificatie
- Opvallend licht (*incident light*; IL)
- Schuin opvallend licht (*oblique incident light*; OIL)
- Opvallend gepolariseerd licht (*incident polarized light*; IPL of VIXPL)
- Blauw licht fluorescentie (*blue light fluorescence*; BLF)
- Ultraviolet fluorescentie (UV of UVF)

Tabel 4. Lijst van monsters voor micromorfologisch onderzoek. Monster 6 is niet genomen en monster 12 is verloren gegaan.

steekboring	diepte van (cm)	diepte tot (cm)	micromorfologie monsternummer
2	757	767	1
2	215	225	2
2	335	345	3
2	324	334	4
2	439	449	5
2	530	540	7
2	568	578	8
2	823	833	16
2	833	843	17
1	328	338	9
1	370	380	10
1	534	544	11
1	563	573	12
1	588	598	13
1	719	729	14
1	853	863	15

Een indeling van de terplagen in vier groepen

Scans van alle monsters zijn opgenomen in bijlage 4, waarbij hun positie in de archeologische of natuurlijke lagen uit de boorkerken schematisch is aangegeven. De slijpplaten zijn toe te wijzen aan vier hoofdgroepen. Hieronder worden de belangrijkste kenmerken van elk van deze groepen toegelicht. De grote variatie aan secundaire ofwel nieuwgevormde mineralen, die na het moment van afzetting zijn ontstaan, hangt niet samen met de gemaakte indeling en wordt erna besproken.

Groep I bestaat uit de onderste monsters (nrs. 15-17), die door siltig sediment worden gekenmerkt (fig. 29A). In monsters 15 en 17 komen daarin dunne laagjes fijner materiaal voor, dat bestaat uit sterk gefragmenteerde biogene silica (diatomeeën, fytolieten ofwel kiezelstructuren uit planten, en

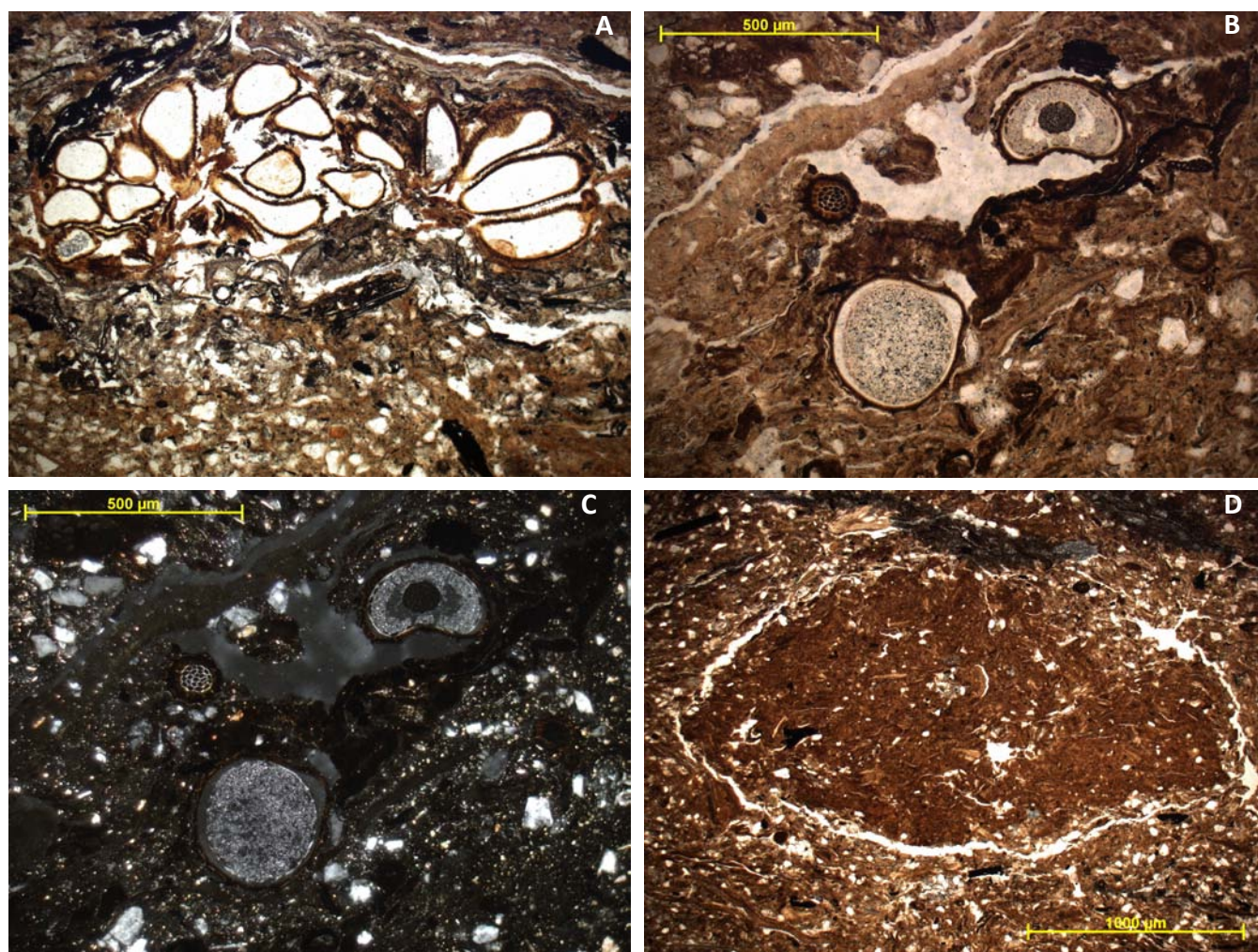


Fig. 31 Organische resten in monsters uit groep II. A: Cluster zaden van de zilte rus in monster 10. B: Cluster zaden, waarschijnlijk van de zilte rus, waarin zetmeel en kiem bewaard zijn gebleven, in monster 7, PPL. C: Idem, XPL. D: Uitwerpsel, waarschijnlijk van een knaagdier, in monster 7. Figuur D.J. Huisman.

sponsnaalden) en zeer fijne kalk. Kleimineralen komen niet of nauwelijks voor in deze laagjes; ze hebben wel een horizontale oriëntatie, hoewel hun opbouw in het algemeen enigszins onregelmatig en soms discontinu is. In monster 16 en in het bovenste deel van monster 17 komen geen fijne laagjes voor. Hier is de silt gemengd met veel fragmenten plantaardig weefsel. Boven in beide monsters heeft dit materiaal een overwegend horizontale oriëntatie, maar in grote delen van monster 16 is die meer willekeurig – hoewel weefselfragmenten nog steeds wel vaak min of meer parallel liggen. In monsters 16 en 17 komen verschillende fragmenten voor van stengels die uit kalk lijken te bestaan (fig. 29 B/C). Deze monsters bevatten ook elk een fragment bot, en monsters 15 en 16 enkele fragmenten verkoold materiaal.

Deze groep bestaat uit kwelderafzettingen die enigszins vertrapt zijn, of zijn afgezet op vertrapte afzettingen. De stengels, die mogelijk van kalkwieren zijn, en het voorkomen van gelaagde fragmenten plantaardig materiaal in de bovenste lagen van monsters 16 en 17 zouden erop kunnen wijzen dat deze afzettingen onder water zijn gevormd. Waar de oriëntatie niet horizontaal is, maar de weefselfragmenten evengoed vaak parallel liggen, zijn de afzettingen waarschijnlijk vertrapt. Ook de aanwezigheid van verkoold materiaal en botfragmenten duidt op antropogene activiteiten in de directe omgeving. Dit komt overeen met de veldinterpretatie van de

bemonsterde lagen als vertrapte top van de natuurlijke kwelder. Een humeuze bodem is echter niet herkend. De verschillen in gehalten organische stof binnen de bemonsterde laag en de lagen daar direct onder en boven zijn daarvoor te klein.

Groep II (monsters 7-8, 11 en 13-14) wordt gevormd door monsters die overwegend bestaan uit gelaagd organisch materiaal, vaak met bijmenging van silt. In monsters 11, 13 en 14 zijn massieve, onregelmatige brokken schone silt ingebed (fig. 30A). Vaak is te zien dat de gelaagdheid zich gevormd heeft naar de siltbrokken. De grootste brokken zijn heterogeen van samenstelling, wat erop duidt dat ze zijn samengesteld uit meerdere stukken siltig materiaal. Dergelijke brokken ontbreken in monsters 7 en 8 (fig. 30B-C). In monster 8 zijn in de organische afzettingen lenzen van as (voornamelijk bestaand uit fytolieten) en enkele fragmenten hout of houtskool ingebed, en in monster 7 een groot aggregaat bestaande uit vervormde laagjes plantaardig materiaal.

Monsters 7, 8 en 13 bevatten clusters van zaden, waarschijnlijk van de zilte rus (*Juncus gerardii*; fig. 31A). In monster 7 zijn de zetmeelkern en de kiem nog aanwezig (fig. 31B-C); dit wijst op exceptioneel goede conservering, aangezien normaal alleen de huid van het zaadje overblijft. In hetzelfde monster is ook een coproliet (uitwerpsel) zichtbaar, waar-

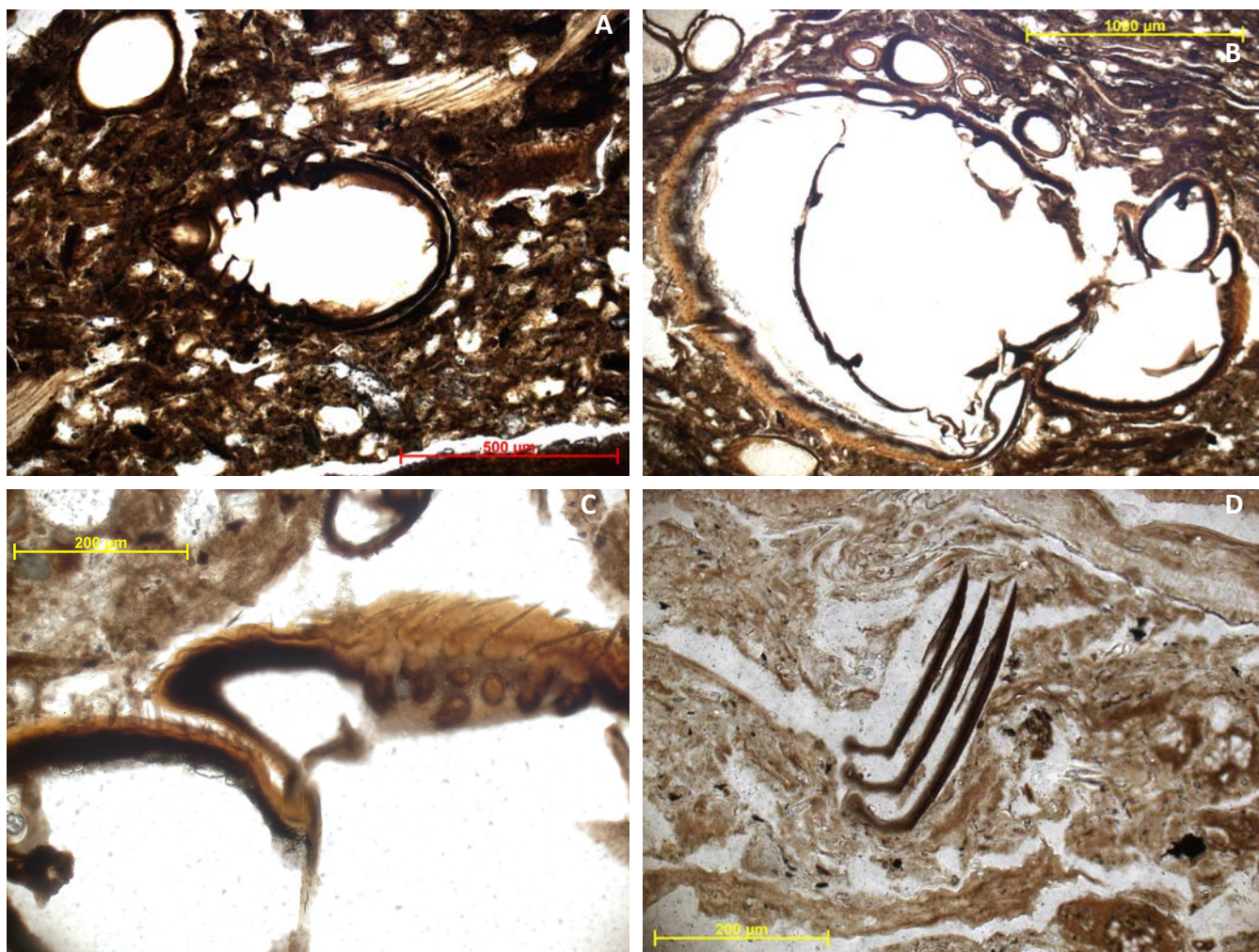


Fig. 32 Resten van ongewervelde dieren uit monster 8. A: Mijt ingebed in mestlaag. B: Vlo in mestlaag (kop rechts; poten aan de bovenkant). C: Detail van de vlo, met herkenbare haartjes. D: Onbekende objecten, waarschijnlijk fragmenten van een insect of slak. Figuur D.J. Huisman.

schijnlijk van een knaagdier (fig. 31D). In monster 8 zijn een mijt (fig. 32A), een vlo (fig. 32B-C) en restanten van andere ongewervelde dieren te zien (fig. 32D), wat opnieuw wijst op de uitzonderlijke conservering van het organische materiaal in de monsters uit groep II.

Verschillende monsters bevatten zogenaamde spherulieten. De meeste zijn kalkspherulieten, ofwel bolletjes die bestaan uit radiaal georiënteerde, dunne kalknaaldjes. Deze komen in grote aantallen voor in monster 11, maar zijn ook te zien in monster 7 en 8 (fig. 33A-B). Dergelijke spherulieten worden vooral gevormd in de magen van herkauwers, waaronder rundvee, schaap en geit, die een kalkrijk dieet hebben.¹⁰¹

In monster 13 komen kleine objecten voor, vooral in de holtes van stukken gesmolten silica. Hoewel deze op het eerste gezicht op kalkspherulieten lijken, blijken ze met gepolariseerd licht en met gispplaatjes toch andere eigenschappen te hebben (minder duidelijke uitdovingen en een ander kleurverloop, zoals te zien in fig. 33C-E). Het gaat waarschijnlijk om kristallen van urinezuur, die gewoonlijk alleen worden aangetroffen in een zeer droge (grot-)context. Het voorkomen van urinezuurkristallen in Hogebeintum geeft nogmaals aan dat de lagen uit groep II uitzonderlijk goed geconser-

veerd zijn. Urinezuur komt niet voor in de urine van landbouwzoogdieren, maar wordt wel geproduceerd door vogels en mensen: kristallen van dit zuur worden gevormd in de uitwerpselen van vogels en kunnen neerslaan uit menselijke urine.¹⁰² Gezien de locatie van de kristallen uit Hogebeintum in de poriën van gesmolten silica is aan te nemen dat ze zijn neergeslagen uit menselijke urine. Het is echter niet uit te sluiten dat urinezuur uitloogde uit vogelmest en op grotere diepte weer is neergeslagen in de vorm van deze kristallen.

Alle monsters in groep II bevatten verkoold materiaal en plantaardige, al dan niet fytoliet-rijke as – de laatste in aggregaatjes of lenzen. Daarnaast bevat een deel van de monsters antropogene materialen, zoals aardewerkfragmenten (monsters 7 en 13), verbrand en onverbrand bot (monsters 14 en 7), stukken mestslak in de vorm van gesmolten silica (monsters 14 en 13) en een fragment van een kokkelschelp (monster 7).

De grondmassa van gelaagd organisch weefsel met daarin kalkspherulieten en zelfs kristallen van urinezuur laat zich eenvoudig interpreteren als mest. Het ontbreken van spherulieten in sommige lagen betekent niet dat het hier níet om mest gaat, aangezien ze eenvoudig oplossen. Lagen waarin clusters zaadjes van de zilte rus voorkomen, tonen dat de mest

¹⁰¹ Canti & Brochier 2017 voor een recent overzicht.

¹⁰² Brönniman *et al.* 2017a; 2017b.

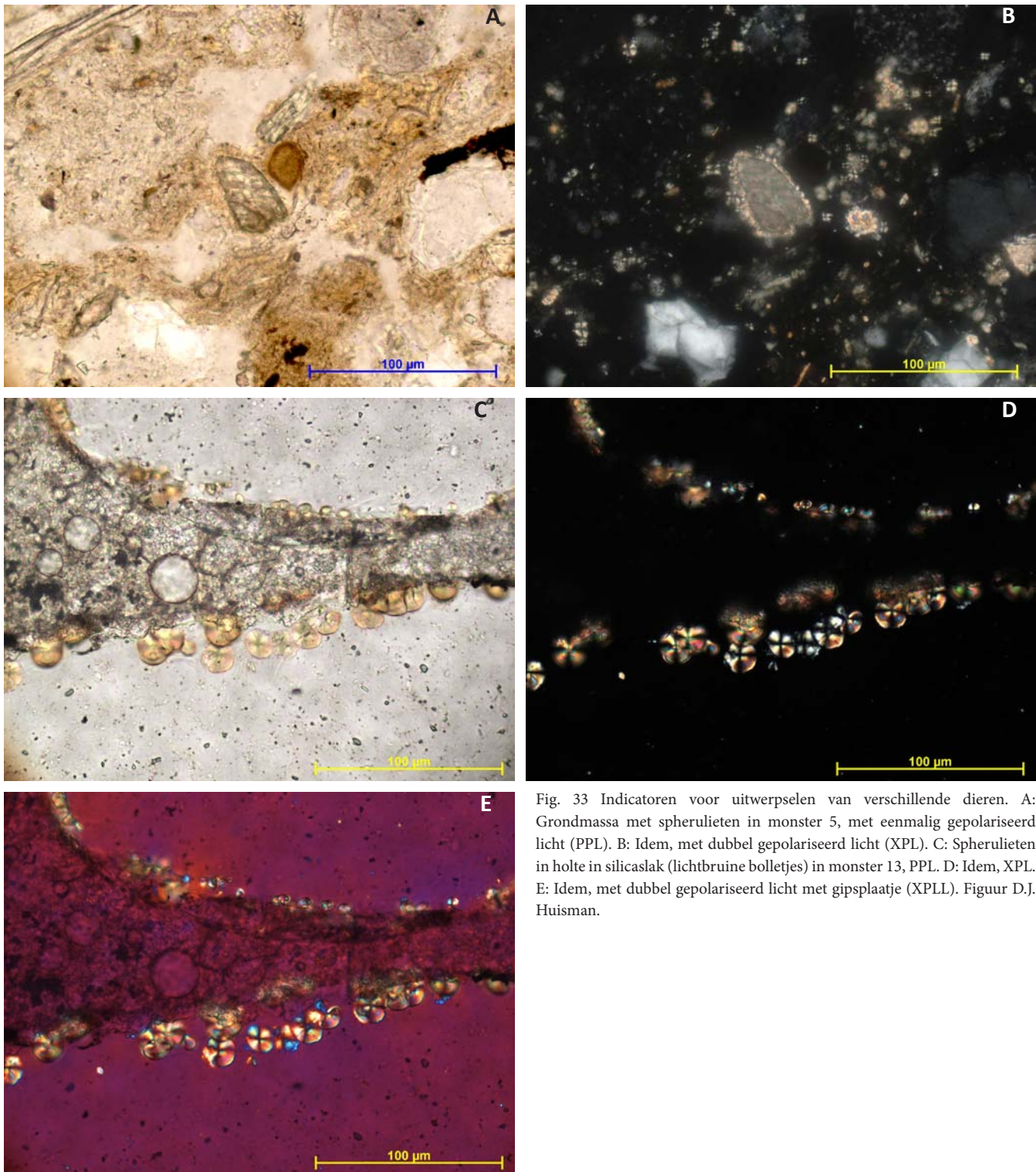


Fig. 33 Indicatoren voor uitwerpselen van verschillende dieren. A: Grondmassa met spherulieten in monster 5, met eenmalig gepolariseerd licht (PPL). B: Idem, met dubbel gepolariseerd licht (XPL). C: Spherulieten in holte in silicaslak (lichtbruine bolletjes) in monster 13, PPL. D: Idem, XPL. E: Idem, met dubbel gepolariseerd licht met gipsplaatje (XPLL). Figuur D.J. Huisman.

met lagen strooisel kan zijn afgewisseld. De bijmenging van antropogeen afval, zoals verkoold materiaal, is een aanwijzing dat ook huishoudelijk afval op de mesthoop belandde.

In het algemeen zijn de mestlagen duidelijk gelaagd. Alleen in monster 7 komt een aggregaat voor, maar ook ingebed in horizontaal gelaagde mest. Als de mest was vergraven of gedumpt, had het hele pakket uit dergelijke aggregaten bestaan. In combinatie met de aanwezigheid van aslaagjes is dit een aanwijzing dat we naar direct afgezette, niet vergraven mest kijken. Het kan hierbij gaan om een gevulde potstal, maar ook om een laagte, geul of sloot die langdurig als

mestdump is gebruikt. Het is opvallend dat de mestlagen in de monsters uit steekboring 1 (nrs. 13-14) zulke grote siltbrokken bevatten. De onregelmatige vorm van deze brokken is een aanwijzing dat ze ter plekke ontstaan en gedumpt zijn. Omdat sommige brokken zijn samengesteld uit verschillende stukken siltig materiaal zijn ze waarschijnlijk van antropogene oorsprong.

Alleen ter plekke van monster 11 is in het veld een dun laagje compacte mest in de boorkern herkend. Monsters 7-8 en 13 komen uit lagen die zijn geïnterpreteerd als vullingen van een sloot met veel organisch materiaal, dat uit een ge-

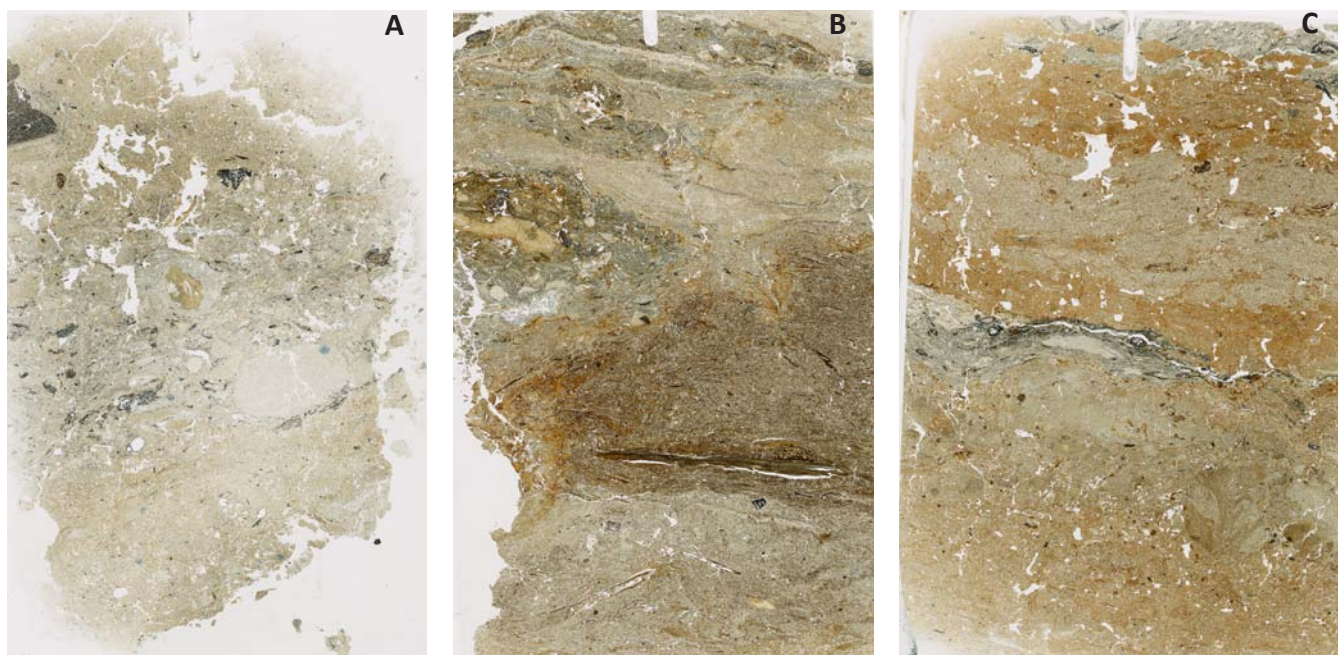


Fig. 34 Micromorfologische kenmerken van groep III. A: Monster 5 (in het midden gelaagde afzettingen met afgeronde aggregaten, gesmolten silica en verkoold materiaal; bovenin een donker fragment aardewerk). B: Monster 3 (twee lagen met parallel liggend organisch materiaal, waaronder een groot fragment bast, wordt afgedekt door een aantal lagen silt met ingebedde lenzen verplaatste as). C: Monster 9 (stapeling van lemlagen, waaronder waarschijnlijk twee vloerniveaus; een laag plantenas is ingebed tussen de lagen). Figuur D.J. Huisman.

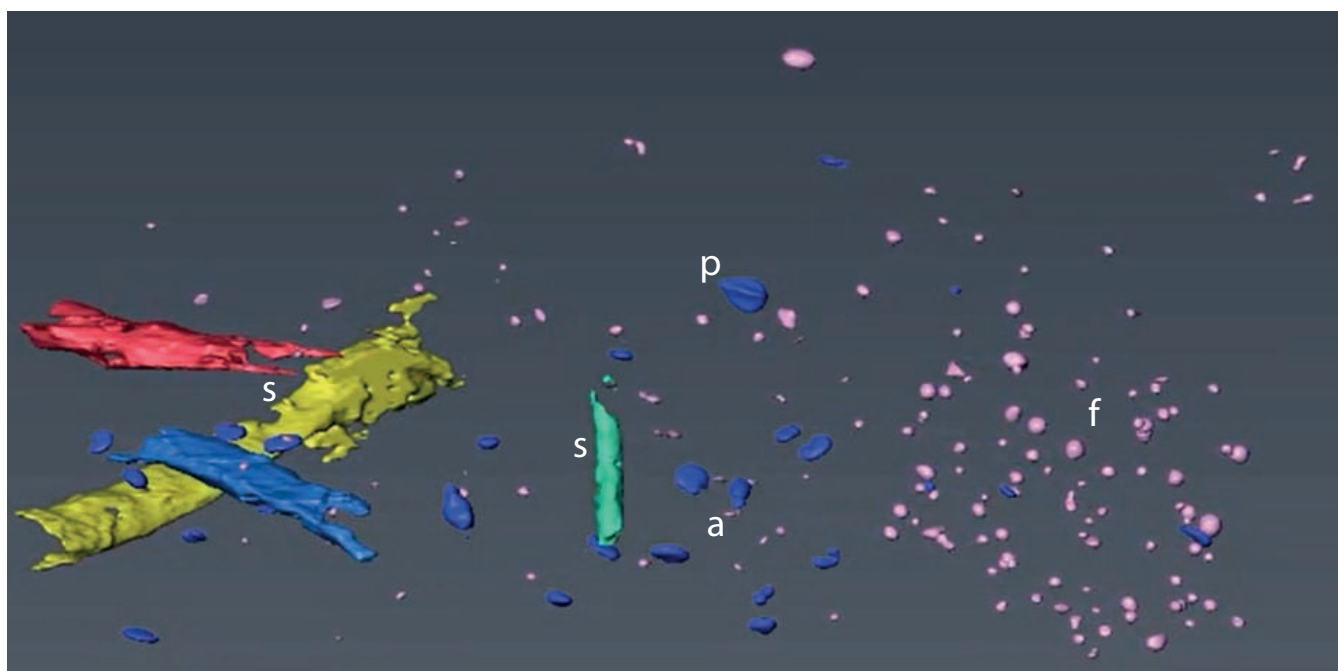


Fig. 35 Beeld uit een microCT-scan van het onderste deel van monster 3, met daarin zichtbaar stengels (s), een zaadje van varkensgras (p), andere zaadjes (a) waaronder van spiesmelde of uitstaande melde, en pyrietbolletjes (f). Figuur D. Ngan-Tillard.

laagd mestpakket blijkt te bestaan – al dan niet vermengd met vergraven terpaarde en nederzettingsafval. Monster 14 is genomen uit een humeuze laag, die tussen lagen met schone plaggen in een slootvulling herkenbaar was. Ook dit bestaat uit organisch materiaal, mogelijk eveneens mest.

Groep III (monsters 2-5 en 9-10) wordt gevormd door monsters die overwegend uit mineraal sediment bestaan (silt en klei). Sommige lagen zijn siltig of kleilig en hebben een aggregaatstructuur (fig. 34A). Andere lagen bestaan uit silt waarin

horizontaal georiënteerde fragmenten organisch weefsel zijn ingebed (fig. 34B). Sommige van de lagen in monsters 9 en 10 bestaan vooral uit gelaagd organisch weefsel, waarbij door bioturbatie een deel van de grondmassa is vervangen door silt. De monsters bevatten daarnaast fytoliet-rijke as en verkoold materiaal in dunne (<1 cm), fijn gelamineerde siltlaagjes (monster 9; fig. 34C), heterogene siltlagen of -lenzen (1-3 cm dik) met een aggregaatstructuur (monster 3), en opeenvolgingen van dunne (1-3 mm) siltlaagjes tussen silt-aggregaten, samen met laagjes organisch weefsel en soms zaadjes,

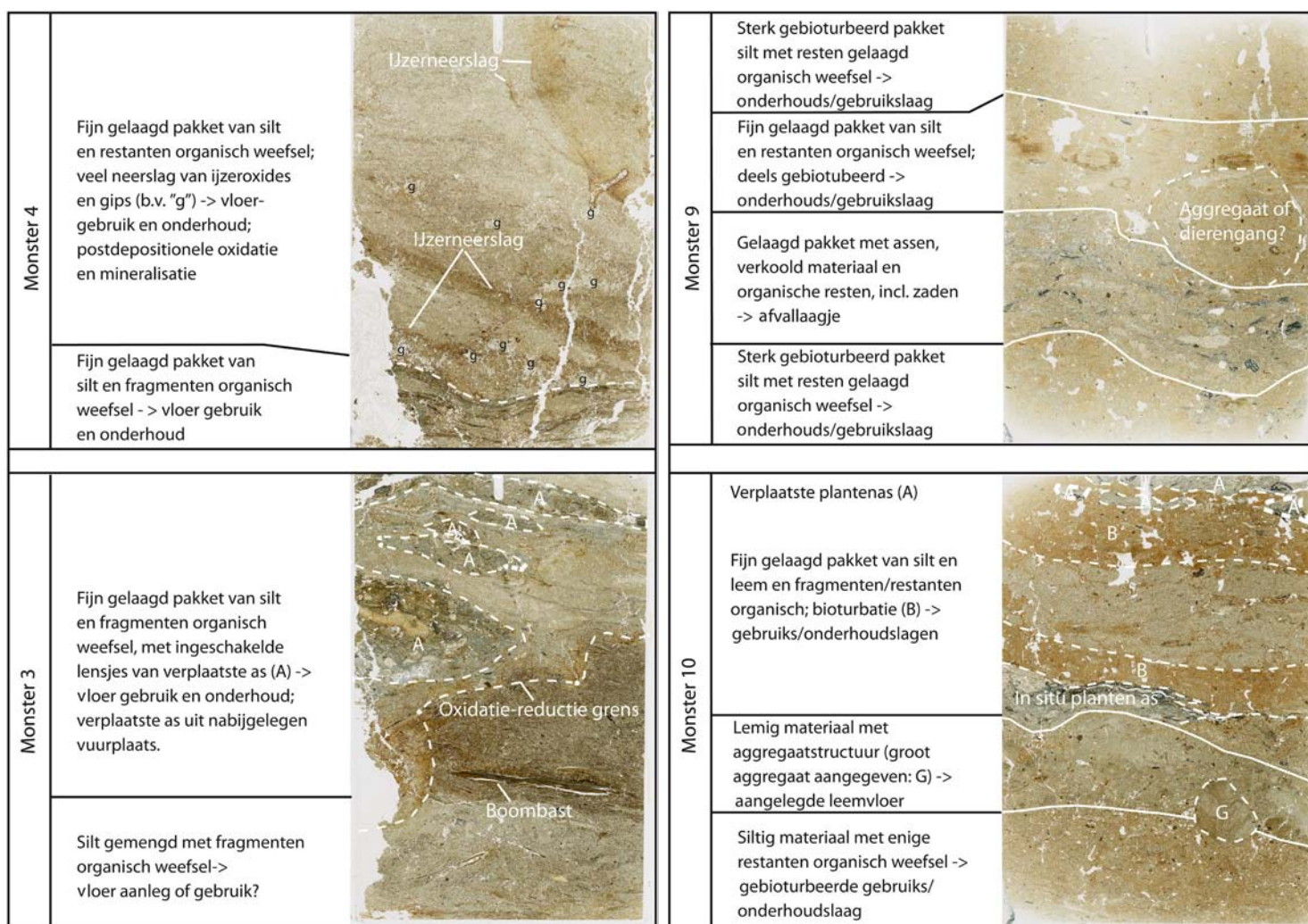


Fig. 36 Gedetailleerd beeld van slijplaten 4, 3, 9 en 10, waarin de fijne gelaagdheid, de fijne bandjes organisch materiaal en de ingeschakelde aslagen zichtbaar zijn. De gelaagdheid wordt geïnterpreteerd als vloerniveaus met gebruiks- of onderhoudslagen; de aslagen zijn vermoedelijk voor het grootste deel afkomstig uit een nabijgelegen vuurplaats. Post-depositionele oxidatieprocessen hebben geleid tot de vorming van nieuwe mineralen, zoals ijzeroxides en gips, en de afbraak van organisch materiaal, wat het beeld in sommige monsters verstoort. Figuur D.J. Huisman.

fragmenten gesmolten silica en stukjes (menselijke?) uitwerpselen (monsters 5 en 10). Verder komen in deze monsters fragmenten voor van aardewerk (monster 5), bot (monster 9), boombast (monster 3) en silica slak (monsters 5 en 9-10). Monster 5 bevat tot slot ook kalkspherulieten (zie boven).

Van monster 3 is voorafgaand aan de impregnatie een micro-CT scan gemaakt. Met deze techniek is het mogelijk om de 3D-structuur te bepalen van de componenten die in het monster voorkomen. De scan toonde aan dat de stukken plantaardig materiaal onder in het monster uit stengels en zaden bestaan (fig. 35). De zaden zijn gedetermineerd door M. Schepers als *Polygonum aviculare* (varkensgras) en *Atriplex patula/prostrata* (spiesmelde of uitstaande melde), al kunnen er ook andere soorten bij zitten. Varkensgras en meldes zijn ook in aanzienlijke hoeveelheden aangetroffen bij het botanisch onderzoek aan deze boorkernen. De stengels zijn niet naar soort te determineren. Naast deze organische resten komen ook bolvormige pyriet-mineralen voor.

De aggregaatstructuur van de silt- en kleilagen maakt duidelijk dat de lagen uit groep III door de mens zijn aangebracht (zie ook de gedetailleerde beelden met uitleg in figuur 36. Ze zijn in structuur, dikte en samenstelling vergelijkbaar met de

vloerlagen uit het woondeel van het gebouw dat is aangetroffen in de Drentse Peizermaden, wat kan betekenen dat het hier om vloerniveaus gaat.¹⁰³ De lagen die bestaan uit silt en horizontaal liggende stukken plantaardig materiaal lijken op afzettingen die onder meer bekend zijn uit Kessel en Londen, hoewel die uit grover materiaal bestaan.¹⁰⁴ In Hogebeintum gaat het waarschijnlijk om afzettingen die zijn ontstaan tijdens het gebruik van een afgesloten ruimte: ofwel doordat de hier aanwezige vloer werd behandeld met silt, ofwel doordat sediment zich ophoopte onder een mat of een laag strooisel.¹⁰⁵

De dunne laagjes gelaagde as in monsters 5, 9 en 10 zijn ter plaatse ontstaan en daarna niet meer verstoord. Mogelijk is strooisel (of een mat) gaan branden, per ongeluk of met opzet. Bij de aslenzen in monster 3 gaat het duidelijk om as (en gesmolten silica) die na het branden is verplaatst. Waarschijnlijk moeten we hierbij denken aan as van verbrande planten, of aan mest die uit een vuurplaats of oven is verwijderd en op de vloer terecht is gekomen. Omdat de afzettingen van as zich

¹⁰³ Huisman 2010.

¹⁰⁴ Colenberg 2016 (Kessel); Goldberg & Macphail 2006; Macphail & Crowther 2006 (Londen).

¹⁰⁵ Zie Milek 2012.

herhalen tussen de verschillende silt- en kleilagen is het waarschijnlijk dat dit monster uit de directe omgeving van een vuurplaats afkomstig is.

De twee clusters zaden van zilte rus in monster 10 zouden het resultaat kunnen zijn van strooisel. De combinatie van zaden en stengels van verschillende planten (inclusief varkensgras en meldes) in monster 3, ingebed in een zandlaagje, is lastig te interpreteren. Het zou hier kunnen gaan om materiaal dat is ingebracht toen een zandlaagje werd aangebracht op een vloer.

De micromorfologische interpretatie wijkt opvallend af van de oorspronkelijke interpretatie. Vanwege de gelaagdheid en de goede conservering van organisch materiaal werd namelijk aangenomen dat de lagen waren gevormd in een sloot (monsters 3-4 en 9-10), of onderdeel zijn van een pakket vuile terplagen (monster 5). Het micromorfologisch onderzoek heeft echter aangetoond dat de gelaagdheid het gevolg is van een afwisseling van vloeren en onderhouds- en gebruikslagen. De goede conservering van organisch materiaal en de stratigrafie is veroorzaakt doordat de afzettingen binnen een gebouw zijn gevormd en daardoor niet bloot stonden aan weer, wind en plantengroei. Vloerniveaus die begraven raakten kwamen vervolgens – toen de terp verder groeide – onder het grondwaterniveau terecht, waar de conserveringscondities zelfs nog verbeterden.

De continue opeenvolging van vloerniveaus van meer dan 1 m is opvallend. Het duidt erop dat op deze locatie langere tijd (waarschijnlijk enkele generaties lang) een gebouw heeft gestaan. Het ontbreken van aanwijzingen voor een werkplaats of voor het stallen van vee, evenals de vele aanwijzingen voor doorgaand gebruik en de aanwezigheid van een vuurplaats op een vaste positie, tonen dat dit deel van het gebouw in gebruik was als woonvertrek.

Groep IV bestaat uit twee monsters (nrs. 1-2), die door mineraal sediment worden gekenmerkt. Beide monsters vertonen een aggregaatstructuur, wat betekent dat de grondmassa is opgebouwd uit herkenbare kluitjes (aggregaten). Daarnaast komt in monster 1 een groot aantal fragmenten gesmolten silica voor. Ook bevat dit monster fragmenten bot die tot hoge temperatuur zijn verhit (gecremeerd?), evenals kleine fragmenten verkoold plantaardig materiaal; de bemonsterde laag wordt afgedekt door een pakket fijn gelaagde silt waarin ook fragmenten gesmolten silica zijn ingebed. Bij monster 2 zijn de aggregaten vooral goed herkenbaar in de onderste helft van het monster (fig. 37). Hier hebben ze een iets verschillende samenstelling, waardoor individuele aggregaten goed te onderscheiden zijn. Bovenin het monster komen enkele schelpfragmenten voor.

Aggregaatstructuren zijn typisch voor sediment dat na afzetting is verplaatst. In een natuurlijke context gaat het dan bijvoorbeeld om geërodeerde of gebioturbeerde afzettingen en zijn aggregaten min of meer even groot en in gelijke mate afgerond. In een antropogene context ontstaan aggregaten bij allerlei vormen van bodemverstorende activiteiten, zoals graven, storten en groundbewerking. In monster 1 zijn de aggregaten gemengd met aanzienlijke hoeveelheden antropogeen afval, met daarin veel vuur-gerelateerde resten (gesmolten



Fig. 37 Scan van monster 2. Met name onderin het monster is de vlekkerige aggregaatstructuur goed te herkennen. Mogelijk is deze ontstaan bij groundbewerking. Figuur D.J. Huisman.

silica, verkoold materiaal en verbrand bot). Waarschijnlijk gaat het hier om afval van verbranding: plantaardig materiaal en mest die samen met bodemmateriaal zijn vergraven of gedumpt. De afdekkende laag bestaat waarschijnlijk uit hetzelfde materiaal, dat hier is verspoeld. Specifiek voor monster 2 is dat er relatief weinig antropogeen materiaal in voorkomt. Ook lijken de aggregaten, zeker onder in het monster, vervormd en vervloeid te zijn. Het is waarschijnlijk dat we hier te maken hebben met bewerkte grond, bijvoorbeeld van een akker of tuin.

Beide monsters zijn afkomstig uit een laag die archeologisch als 'vuile terplaag' is geïnterpreteerd. Juist in een dergelijke laag is vergraven/gedumpt materiaal, al dan niet in combinatie met (verbrand) afval, te verwachten. Een interpretatie als akker- of tuinlaag is voor deze lagen zelden met zekerheid te geven, omdat het onderscheid tussen 'omwerken' en 'bewerken' in een kleine slijpplaat niet te maken is. Toch toont de vorm van de aggregaten, vooral in monster 2, dat hier waarschijnlijk wel degelijk een akker- of tuinlaag is aangeboord.

De nieuwgevormde mineralen

In de slijpplaten komen verschillende soorten mineralen voor die na afzetting gevormd zijn. Elk van deze 'secundaire mineralen' kan alleen onder specifieke (chemische) milieuomstandigheden zijn gevormd, zodat ze een beeld geven van de begravingmilieus.

Kalk komt van nature voor in kwelderafzettingen, vooral in de vorm van fijne kalkkorreltjes en als schelpen of schelp-

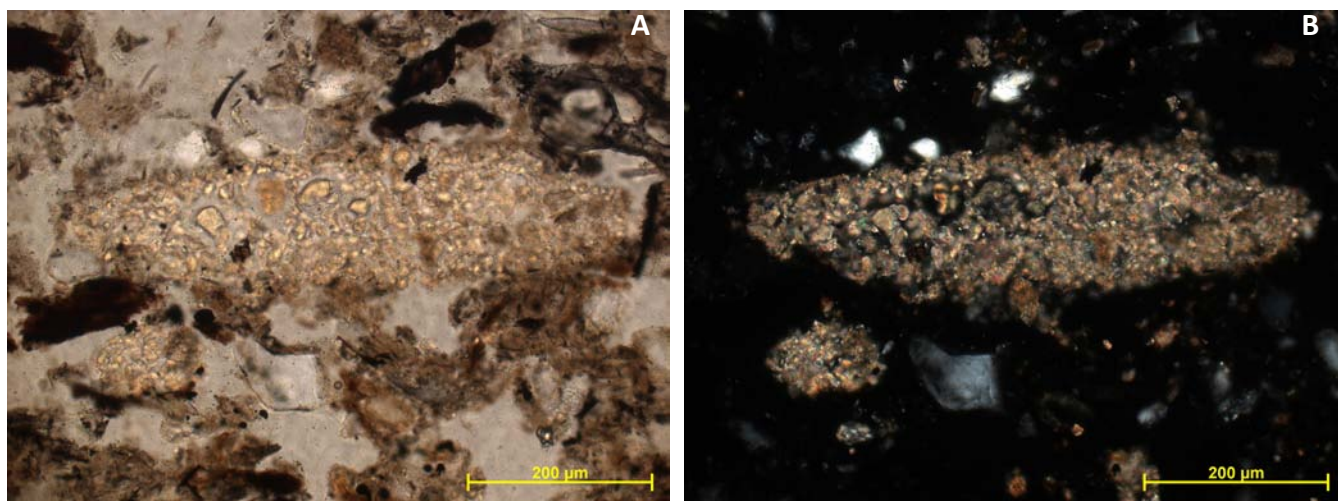


Fig. 38 Microfoto van graankorrelvormige secundaire kalk in monster 5, gefotografeerd met eenmalig gepolariseerd licht (PPL) links, en met dubbel gepolariseerd licht (XPL) rechts. Figuur D.J. Huisman.

fragmenten. Kalk kan oplossen onder zure omstandigheden. Opgeloste kalk kan echter ook weer neerslaan in minder zure lagen. Enkele slijpplaten tonen een dergelijke neerslag van secundaire kalk. In monster 5 komen graankorrelvormige clusters voor van een mineraal dat lijkt op kalk (fig. 38A-B). Het zou hier echter ook om andere carbonaten kunnen gaan, zoals sideriet (ijzercarbonaat; FeCO_3). De zichtbare clusters hebben een open structuur. Waarschijnlijk is iedere 'korrel' in eerste instantie een individueel kristal geweest; dit kristal is vervolgens opgelost, waarna of waarbij nieuwe kalkneerslag plaatsvond in de holtes. In het algemeen zijn de slijpplaten kalkhoudend tot kalkrijk.

Vivianiet is een mineraal dat opvallend blauw kleurt bij contact met zuurstof. Het is een ijzerfosfaat dat alleen kan ontstaan in milieus zonder zuurstof (dus gereduceerd), zonder sulfides en met veel opgelost ijzer als Fe^{2+} . In Hogebeintum komen twee verschijningsvormen voor, namelijk stervormige mineralen en onregelmatige clusters van mineralen. Het is niet duidelijk of deze verschillen iets te maken hebben met het bodemmilieu of veranderingen daarin. Opvallend is wel dat in monster 13 een scheur in een siltaggregaat enkele vivianietkristallen bevat. Dat deze scheur waarschijnlijk tijdens de monsterpreparatie is ontstaan, maakt duidelijk dat deze vivianietsterren relatief snel gevormd kunnen zijn na monstername.

In sommige monsters komt vivianiet voor in combinatie met geel tot oranje amorf materiaal. Waarschijnlijk gaat het hier om calcium-ijzer fosfaten (Ca/Fe-fosfaten). Over de mineralogie van deze verbindingen is niet veel bekend, maar ze komen veelvuldig voor in de fosfaatrijke terplagen. Soms zit vivianiet aan de buitenkant van dergelijke concentraties, soms aan de binnenkant. In beide gevallen is aan te nemen dat de vivianiet een omzettingsproduct is van de Ca/Fe-fosfaten, en niet andersom. Als vivianiet zich aan de buitenkant vormt, is het milieu rondom de Ca/Fe-concretie waarschijnlijk zuurstofloos (en dus gereduceerd) geworden en is de buitenkant van de concretie vivianiet gaan vormen. Als het aan de binnenkant zit, zijn er twee mogelijkheden: een vivianietcluster is in een zuurstofhoudend (geoxideerd) milieu terechtgekomen waarna de buitenkant is gaan oxideren, of de binnenkant

van een Ca/Fe-concretie is zodanig van de oxiderende omgeving afgesloten dat daar lokaal reducerende omstandigheden zijn ontstaan en een deel van de Ca/Fe-fosfaten is omgezet naar vivianiet.

Pyriet is een ijzersulfide (FeS_2) dat wordt gevormd onder gereduceerde (zuurstofloze) omstandigheden, als er genoeg opgelost ijzer en sulfide aanwezig zijn. Omdat sulfides gevormd worden uit sulfaten, waar zeewater rijk aan is, zijn hoge concentraties aan pyriet in de regel te koppelen aan zuurstofloos (reducerend) zeewater. Pyriet is niet stabiel in aanwezigheid van zuurstof. Oxidatie van pyriet produceert zwavelzuur en ijzeroxides.

In gereduceerd (zuurstofloos) water kan ijzer als Fe^{2+} opgelost zijn. Als dergelijk water in contact komt met zuurstof oxideert het ijzer en worden ijzeroxides gevormd die onmiddellijk neerslaan. Daarnaast kunnen ijzeroxides zich vormen als gevolg van de oxidatie van mineralen als pyriet (ijzersulfides), vivianiet (ijzerfosfaten) en sideriet (ijzercarbonaat).

Gips is in Nederland een product dat ontstaat als gevolg van de oxidatie van pyriet. Het zwavelzuur dat ontstaat bij die oxidatie reageert dan met kalk, waarbij de kalk oplost en gips neerslaat. Omdat gips redelijk oplosbaar is, kunnen gipskristallen in de loop van de tijd ook weer oplossen en elders neerslaan.

Van de nieuwgevormde mineralen is vivianiet de meest voorkomende. In bijna alle monsters komt dit mineraal voor. Dit duidt erop dat het begravingmilieu gereduceerd is en dat de sulfide/sulfaatgehaltes laag zijn. Pyriet en oxidatieproducten ervan (gips en ijzeroxides) komen vooral voor in de bovenste en onderste monsters van steekboring 1. Bij de onderste monsters kan het daarbij gaan om pyriet die gevormd is in de eerste fasen van terpopbouw. Opvallend is dat de pyriet hier rondom vivianietkristallen heen zit: eerst was vivianiet gevormd, waarna een deel ervan is omgezet naar pyriet. Dit betekent dat in een milieu dat eerst sulfaat/sulfide-arm was vervolgens sulfides beschikbaar kwamen. We zien hier waarschijnlijk hoe een zoetwatermilieu (tijdelijk) is beïnvloed door zeewater, wellicht tijdens een periode van overstroming van de terp(flank). Het voorkomen van pyriet en oxidatiepro-

ducten (gips en ijzeroxides) op een diepte van ca. 3,3 m onder maaiveld (monster 4) is minder eenvoudig te verklaren: dit monster komt van een hoogte op de terp die niet meer bereikt kan worden door zeewater. De sulfides (of sulfaat) moeten hier op een andere manier terecht zijn gekomen. Mogelijk is pyriet-rijk bodemmateriaal gebruikt, bijvoorbeeld bij bouwactiviteiten, en is de sulfaat daaruit geloofd. Opvallend is dat onder beide pyriet-houdende niveaus (monsters 3-4 en 17) secundaire kalk wordt aangetroffen (monsters 5 en 15). Waarschijnlijk heeft oxidatie van pyriet, waarbij zuur wordt gevormd, gezorgd voor het oplossen van kalk. Dit spoelde uit, waarna secundaire kalk neersloeg op een dieper niveau in de terp.

Discussie

Het chemische onderzoek heeft vooral informatie opgeleverd over de algemene mineralogische samenstelling van het terplichaam. Het micromorfologisch onderzoek levert veel meer detailinformatie op dan chemisch onderzoek alleen. De monsterdichtheid voor micromorfologisch onderzoek is echter laag: in feite is slechts een beperkte selectie van de aangetroffen lagen bemonsterd. Evengoed tonen de slijpplaten een mooie sequentie van verschillende laagtypen, waarvan de interpretatie veel goed aansluit bij de archeologische beschrijving van de lagen. De bemonsterde sequentie begint onder in beide steekboringen met vertrapte kwelderafzettingen (monsters 15-17). De aanwezigheid van kleine hoeveelheden antropogeen materiaal toont dat deze afzettingen zijn ontstaan in de directe nabijheid van een nederzetting, vermoedelijk op korte afstand van het kernpodium. Uit de vuile terplagen die op de vertrapte kwelder liggen, is slechts één monster genomen (nr. 1). In dit monster valt vooral op dat daar veel fragmenten van gesmolten silica (mestslak) in zitten.

De terplagen erboven bestaan overwegend uit dikke pakketten dierlijke mest, vermoedelijk vooral van rundvee (monsters 7-8, 11 en 13). Het materiaal is behoorlijk gecompacteerd, dus de lagen zijn oorspronkelijk aanzienlijk dikker geweest. Er zijn geen aanwijzingen voor vertrapping, dus we kijken waarschijnlijk naar een depressie waar mest in terecht is gekomen. Er zijn verschillende aanwijzingen dat deze mest in natte omstandigheden is gedumpt. De exceptioneel goede conservering van zetmeel (in zaden), van goed oplosbare verbindingen (zoals urinezuur) en van insecten laat zien dat degradatieprocessen weinig kans hebben gekregen. Dit betekent dat het materiaal na afzetting nat gebleven moet zijn en waarschijnlijk snel afgedekt is geraakt. Dit sluit aan bij de oorspronkelijke interpretatie, namelijk dat met deze lagen een sloot is gedempt. Monster 11 wijkt hier vanaf: de bemonsterde laag was ingesloten tussen schone terplagen, bóven een slootvulling. Mogelijk is de bemonsterde laag hier gevormd op een relatief natte plek die was ontstaan door inklinking van de sterk humeuze lagen in de al gedempte sloot.

Vijf monsters komen uit lagen hoger in het terplichaam (nrs. 3-5 en 9-10) en doen sterk denken aan huisvloeren. Opeenvolgingen van siltige onderlagen, siltige of lemige toplagen en gelaagde, soms ashoudende leeflagen (ontstaan tijdens gebruik van de vloeren) wijzen hierop. Lemige laagjes zijn aangelegde vloeren. De fijngelaagde pakketten daarop

zijn ontstaan tijdens het gebruik, bijvoorbeeld doordat de vloer geregeld behandeld werd met silt-houdend materiaal of doordat dergelijk materiaal zich bijvoorbeeld ophoopte onder matten. De laagjes en lensjes van as duiden erop dat er een vuurplaats in de buurt was; in één geval zou ook een mat of een hoeveelheid plantaardig materiaal in brand geraakt kunnen zijn. De goede conservering van de fijne gelaagdheid en van de asbrokjes en laagjes geven aan dat deze vloeren zich in een (overdekt) gebouw bevonden. Het bovenste niveau dat is bemonsterd (monster 2), heeft een structuur die doet denken aan bewerkte grond die is gebruikt als akker of moestuin. Deze interpretatie is echter onzeker: het kan ook een vuile terplaag zijn die uit gestort materiaal bestaat.

Vooral de mestlagen laten een ongekend goede conservering zien. Resten van insecten, zaden waarin zetmeel bewaard is gebleven en urinezuurkristallen worden slechts zelden aangetroffen in slijpplaten. De compacte, waterverzadigde mestlagen in de terp hebben kennelijk een extreem goed conserveringsmilieu gecreëerd. Een van de redenen kan zijn dat het gecompacteerd organische materiaal zeer ondoorlatend is, waardoor grondwaterbewegingen vrijwel niet mogelijk zijn. Mede daardoor moet de laag sinds het ontstaan permanent waterverzadigd zijn gebleven. De ondoorlatendheid van de mestpakketten vormen ook een garantie voor de toekomst: zolang de terp niet afgegraven wordt of anderszins verstoord wordt, vormen de mestlagen een eigen, afgesloten milieu waarin geen verdere degradatie zal optreden. Conservering van de vloerniveaus is in de regel ook goed, met een goed bewaarde micro-stratigrafie met resten van plantaardig materiaal. De meeste monsters vertonen echter ook de effecten van bioturbatie en/of het indringen van zuurstof, waardoor plantaardige resten zijn afgebroken. Dit is vooral duidelijk in monsters 4 en 10, maar ook in monsters 5 en 9 zijn aanwijzingen voor degradatieprocessen te zien.

9 Pollen: vegetatie op en rond de terp (Aalbersberg & Schepers)

Aan de waarde van pollenonderzoek in kustmilieus wordt vaak getwijfeld. Traditioneel wordt vooral pollenonderzoek gedaan aan gesloten contexten, zoals meertjes of pingoruïnes. In een open kustsituatie wordt voortdurend water en sediment verplaatst, waardoor ouder stuifmeel vermengd kan raken met jonger stuifmeel. Daarbij komt nog dat een deel van het stuifmeel door zeewater over grote afstanden verplaatst kan zijn. De huidige kennis over pollenverspreiding in kustmilieus is onvoldoende om de mate waarin deze vertekeningen plaatsvinden te kunnen bepalen. Desalniettemin zijn er goede redenen om dit type onderzoek als aanvulling op de studie van macroresten uit te voeren. De grotere verspreiding van stuifmeel maakt het bijvoorbeeld mogelijk om de relatieve dichtheid aan bomen in de omgeving van een terp te bepalen. Ook kan stuifmeel, simpelweg omdat het veel kleiner is, in lagen waarin weinig zaden worden aangetroffen toch een idee geven van de genese van natuurlijke lagen of specifieke terplagen.

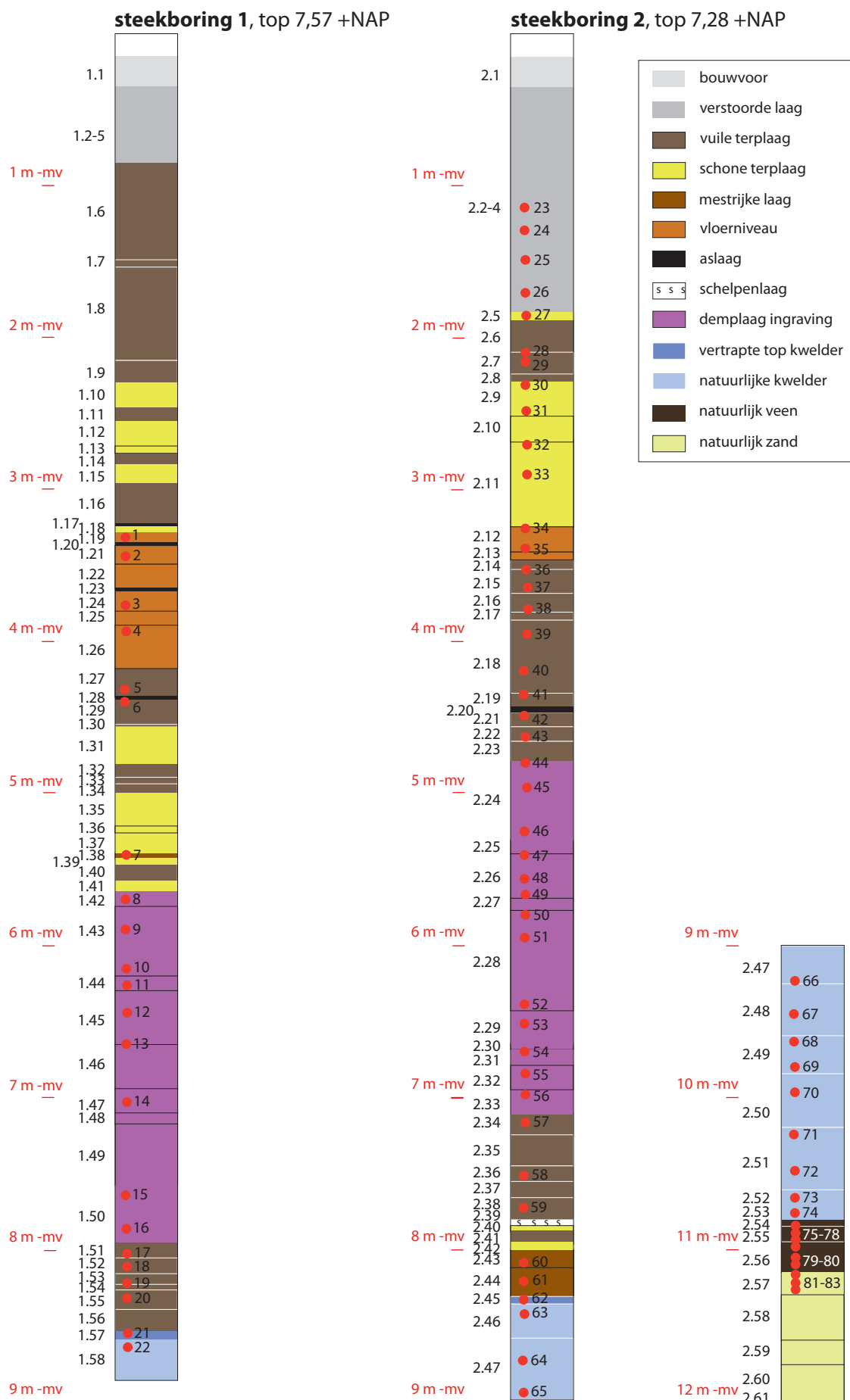


Fig. 39 Boorprofielen van de mechanische boringen met de locaties van monsters voor pollenanalyse (rode stippen, nrs. 1-83). Figuur J.A.W. Nicolay.

Methode en resultaten

De monsters uit beide steekboringen zijn weergegeven in figuur 39, en de geanalyseerde monsters in tabel 5. Om een doorlopende sequentie in de beschikbare tijd te kunnen onderzoeken, is voor de analyse van een selectie van monsters uit boring 2 gekozen. In deze boring zijn namelijk ook de natuurlijke lagen onder de terp aanwezig. Alle monsters zijn conform standaardprotocollen voorbereid in het laboratorium van de Universiteit van Amsterdam, waarbij klastisch materiaal (klei, silt en zand) door middel van zware-vloeistof-scheiding uit de monsters is verwijderd. Aan de monsters uit de natuurlijke lagen en de top van de kwelderafzettingen is een bekende hoeveelheid *Lycopodium*-sporen toegevoegd om pollenconcentraties en daarmee sedimentatie- en accumulatiesnelheden te kunnen berekenen.¹⁰⁶ De pollenpreparaten zijn bij 400x vergroting onderzocht met een Zeiss doorvallend lichtmicroscop. Voor de determinatie van pollen en non-pollen palynomorphs (NPPs) is gebruik gemaakt van de daarvoor gangbare standaardliteratuur.

Voorafgaand aan de analyse zijn de monsters uit boring 2 gewaardeerd om vast te stellen of analyse ervan zinvol zou zijn. Hoewel de kwaliteit van sommige monsters te wensen over laat (zie tabel 5), bevatten alle monsters voldoende pollen voor een verdere analyse. De uitkomsten van deze analyse worden eerst per monster besproken (van diepe naar minder diepe lagen), waarna de belangrijkste waarnemingen voor de natuurlijke lagen en de terplagen worden samengevat. Voor een tellijst en samenvatting van de resultaten, zie bijlagen 5-6. De monster P81, P80, P75 en P62, afkomstig uit natuurlijke lagen onder de terp, zijn besproken in de paragraaf over de natuurlijke ondergrond. Hier volgen nog de beschrijvingen van de monsters uit de terplagen.

P61 (vuile terplaag, iets mestrijk)

De pollenassemblage sluit aan bij dat uit de top van de kwelder, hoewel het pollen bijzonder slecht geconserveerd is. Daardoor bleek het onmogelijk tot een hoge pollensom te komen. Desondanks laten de resultaten het toe om uitspraken te doen over het milieu waarin het pollen afgezet is, namelijk een kweldermilieu. Dit komt wederom tot uiting in hoge waarden voor Poaceae (grassenfamilie) en Amaranthaceae (ganzenvoetfamilie). De Amaranthaceae omvatten relatief gezien het hoogste aantal planten dat voorkomt in kustomgevingen zoals de Waddenzeekust.

P59 (vuile terplaag)

Naast pollen uit een kwelderomgeving bevat dit monster ingespoelde resten uit geërodeerde, oudere bodemlagen. Dit komt met name tot uiting in de vrij hoge waarden voor de groenalg *Pediastrum*, verantwoordelijk voor de piek in zoetwaterindicatoren, en de resten van de schimmel *Glomus*, een

Tabel 5. Monstergegevens en resultaten van de waardering van de pollenmonsters.

monsternr.	steekboring	diepte (-mv)	laagnummer	kwaliteit
P28	2	2,11 m	2.6	matig/goed
P37	2	3,66 m	2.15	matig/goed
P42	2	4,50 m	2.21	matig/goed
P57	2	7,20 m	2.34	matig/goed
P59	2	7,75 m	2.38	goed
P61	2	8,22 m	2.44	matig/goed
P62	2	8,32 m	2.45	zeer goed
P75	2	10,83 m	2.54	zeer goed
P80	2	11,10 m	2.56	goed
P81	2	11,15 m	2.57	matig

directe indicator voor erosie van bodems in kustsituaties. Graanpollen bereiken vrij hoge waarden in dit monster, wat de culturele component van het toenmalige landschap weer spiegelt. Dat de hoge percentages voor grassen vrij lokale vegetatie weerspiegelen, wordt bevestigd door het voorkomen van meerdere clusters van grasstuifmeel (fig. 40).

P57 (vuile terplaag)

Het pollen uit dit monster is vrij slecht bewaard gebleven en daarmee lastig telbaar. De relatief hoge waarden voor boompollen, heide-achtigen en veenmos zijn een signaal van verspoelde hoogveenmilieus. De hoge waarden voor Amaranthaceae en Poaceae laten weer een duidelijk kweldersignaal zien, waarbij opgemerkt moet worden dat het percentage Amaranthaceae hier relatief hoog uitvalt ten opzichte van de Poaceae. Dit kan een gevolg van de conservering zijn, maar ook een signaal van de pionierzone van de kwelder, waar grassen minder voorkomen.

P42 (vuile terplaag)

In dit monster speelt erosie en inspoeling van allochtoon pollen een beduidend kleinere rol dan in P57. Dit komt tot uiting in de duidelijk lagere waarden voor boompollen en Ericales. Daarnaast valt op dat verschillende soorten Asteraceae, inclusief lintbloemigen (Liguliflorae) en buisbloemigen (Tubuliflorae), in vrij hoge percentages vertegenwoordigd zijn. Onder lintbloemigen vallen onder andere planten als leeuwentand en paardenbloemen, maar ook alle distelsoorten. Typische buisbloemigen zijn kamilles, kruiskruiden en madeliefjes. In combinatie met de hoge waarden voor Amaranthaceae en Poaceae is dit het signaal van een in cultuur gebrachte kwelder. Dit hoeft niet te betekenen dat het landschap als geheel in deze tijd verder in cultuur was gebracht; mogelijk vond er minder vaak overstroming plaats, waardoor lagere waarden voor allochtoon pollen optreden. Ook de vrij hoge waarden voor weegbree (*Plantago*) passen in een ontwikkelende hoge kweldervegetatie. Graanpollen komt wel voor, maar niet in erg hoge waarden. Kennelijk is vooral het graslandsignaal rond de terp zichtbaar in dit monster.

P37 (vuile terplaag)

De pollenassemblage is sterk vergelijkbaar met dat van P42, maar er zijn ook enkele opmerkelijke verschillen. Opvallend zijn de uitzonderlijk hoge waarden voor lintbloemigen. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de slechte staat van het pollen,

¹⁰⁶ Uitgangspunt van het bepalen van de accumulatie- of sedimentatiesnelheid is dat de polleninflux, ofwel het aantal pollenkorrels dat in een jaar (of een andere tijdsperiode) op een oppervlak valt, door de tijd min of meer gelijk is. Aangezien een pollenmonster altijd een zekere dikte heeft, zegt het aantal pollen in het monster dan iets over de hoeveelheid tijd die in het monster besloten ligt: hoe hoger de concentratie, hoe hoger het aantal jaren per monster. Het bepalen van een accumulatie- of sedimentatiesnelheid in terplagen is niet zinvol, omdat het alleen iets zou zeggen over het basismateriaal van deze lagen, meestal kweldersedimenten.



Fig. 40 Cluster van pollen van Poaceae (grassenfamilie) in pollenmonster P59. Foto M. Schepers.



Fig. 41 Cluster van pollen van Liguliflorae (lintbloemigen) in pollenmonster P37. Foto M. Schepers.

waarbij juist dit pollentype nog lang goed herkenbaar blijft. Clusters van Liguliflorae-pollen laten echter zien dat planten van deze familie lokaal wel degelijk veel voorkwamen (fig. 41). Naast het pollen van lintbloemigen en duidelijke kwelderindicatoren bereikt ook pollen van granen ten opzichte van het vorige monster hogere waarden.

P28 (vuile terplaag)

Dit monster kenmerkt zich door hogere waarden voor boom-pollen en veenmos, wat wijst op inspoeling van allochtoon pollen. De overige pollen bevestigen opnieuw dat rondom de terp sprake was van een kweldermilieu met hoge waarden voor Liguliflorae, Amaranthaceae en Poaceae.

Vegetatie rond de terp en autochtone invloeden

Een belangrijk maar vaak onderschat effect dat tot ogenschijnlijk vreemde assemblages kan leiden, is de verschillende conservering van pollen van verschillende soorten. Onder omstandigheden waarin zuurstof in de bodemlagen kan doordringen, zullen uiteindelijk ook pollenkorrels corroderen. Dit leidt tot het verdwijnen van pollenkorrels met relatief dunne wanden en het verlies van (diagnostische) kenmerken op andere korrels; dikwandige korrels en soorten die niet makkelijk met andere soorten verward kunnen worden,

blijven daarentegen langer herkenbaar. De pollenkorrels van *Alnus* en *Ericales*, maar ook van *Tilia*, *Ulmus* en *Asteraceae* liguliflorae behoren tot deze nog lange tijd na aantasting goed herkenbare categorie.

Het pollen uit de top van het dekzand weerspiegelt niet de vegetatie die in dit dekzandlandschap groeide, maar eerder het signaal van latere vernatting of inspoeling. Hierbij spelen conserveringsomstandigheden waarschijnlijk een grote rol. De twee monsters uit het basisveen tonen dat het veen onder natte en drogere omstandigheden is gevormd, met verschillen in de typen veenvormende vegetatie als gevolg. Graanpollen uit de top van het basisveen wijzen op akkerbouw, vermoedelijk op de zandgronden die aan het veengebied grensden – vanwaar de pollen via zeewater naar het veengebied zijn getransporteerd.

De monsters uit de terplagen tonen in verschillende mate de invloed van een landschap dat door uitgestrekte kwelders werd gekenmerkt. De pollen tonen het diverse karakter van dit intensief door de mens gebruikte landschap. Terwijl pollen van granen op akkerbouw wijzen, tonen pollen van leeuwentand, paardenbloem en allerlei distelsoorten dat de graslanden rond de terp intensief als weide- en hooilanden werden gebruikt. Naast deze monsters, die wijzen op het bestaan van

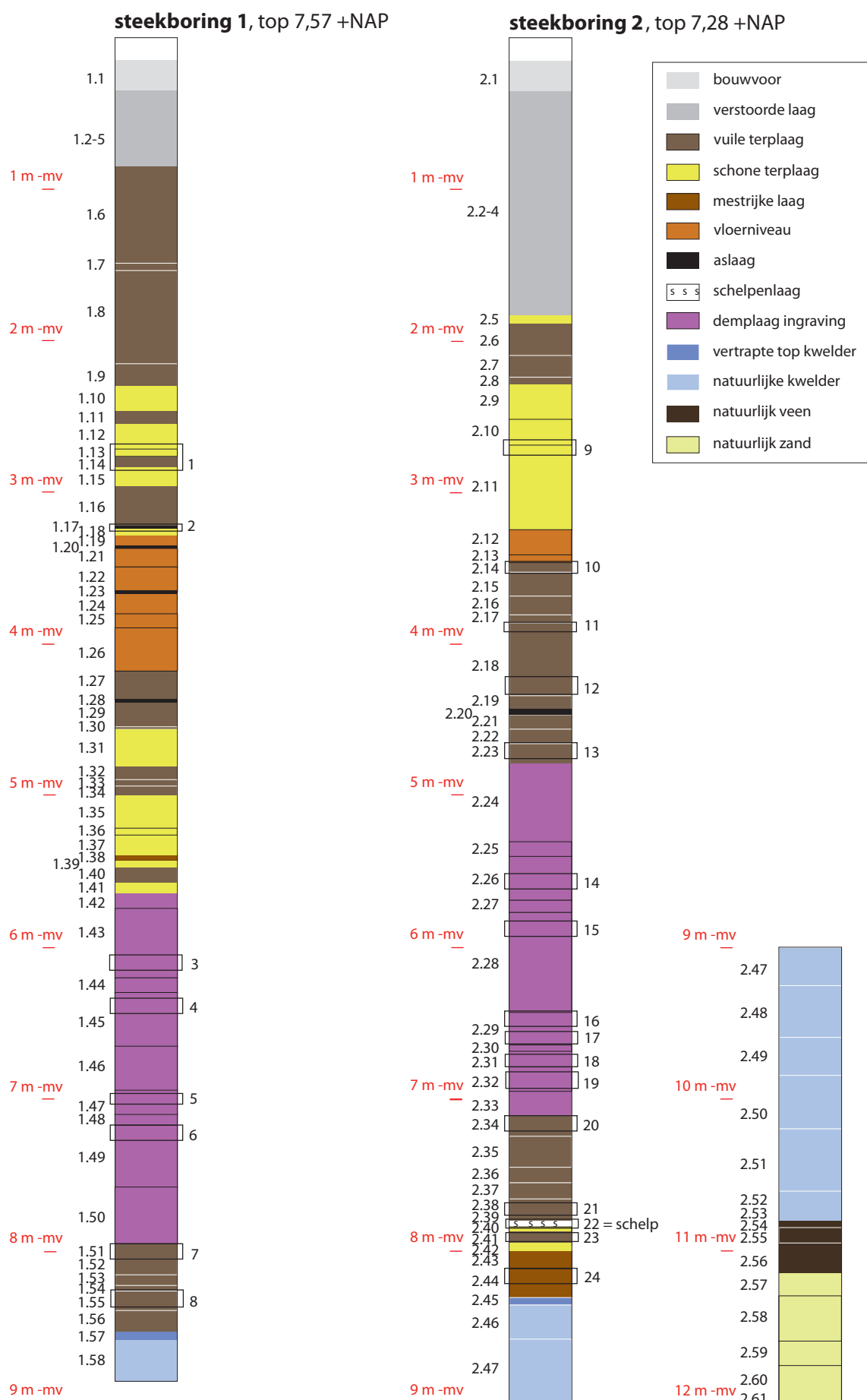


Fig. 42 De locatie van de bemonsterde intervallen voor onderzoek van macroresten (rechthoeken, nrs. 1-21, 23-24) en mosselschelpen (rechthoek, nr. 22; zie fig. 53). De monsters 14, 19, en 24 zijn vegetatiekundig geanalyseerd (zie fig. 45). Figuur J.A.W. Nicolay.

een door de mens beïnvloede kwelder (vooral P42 en P59), zijn er ook monsters die in sterkte mate door niet-lokale, van elders aangevoerde pollen worden gekenmerkt (vooral P28 en P57).

10 Macroresten: vegetatie en plantgebruik (Schepers)

Botanische macroresten bestaan vooral uit de resten van zaden en vruchten, die vaak op soort determineerbaar zijn. De monsters voor botanische macroresten uit de steekboringen (vanaf hier meestal 'zaden' genoemd), geven in meer detail dan pollen een beeld van de verschillende plantensoorten en vegetatietypen die indertijd in de omgeving voorkwamen.

Methode

De bemonsterde intervallen van de steekboringen zijn weergegeven in figuur 42 en tabel 6. Alle monsters zijn nat gezeefd over een serie zeven met maaswijdtes van 2 mm, 1 mm en 0,5 mm. De residuen zijn bekeken onder een stereomicroscoop met vergrotingen tot 50x, waarbij alle determineerbare plantenresten eruit zijn verzameld. De zo verkregen monsters zijn door studenten geanalyseerd in het kader van de cursus Archeobotanie aan het Groninger Instituut voor Archeologie. De resten zijn vervolgens gesplitst naar taxon (soort, geslacht, familie etc.), conserveringsvorm (nat of verkoold) en plantendeel. De geselecteerde plantenresten zijn daarna opgeslagen in gedestilleerd water, zodat ze in een later stadium voor ¹⁴C-analyses gebruikt konden worden. Alle determinaties zijn gecontroleerd (en waar nodig aangepast) door Rita Palfenier-Vegter en de auteur. De gedetermineerde typen (rijen in de tabel in bijlage 7) zijn niet helemaal gelijk aan soorten. Het zijn specifieke resten (bv. zaden, vruchten, bloemdelen of aarspilfragmenten), van een bepaalde soort, geslacht of familie, met een specifieke conserveringsvorm.

Dichtheid aan zaden en conservering

Zoals ook al bleek uit de pollenanalyse, is de verdeling van resten over de gehele boorkolom verre van uniform. Dit komt duidelijk tot uiting in de dichtheid aan botanische resten in de verschillende monsters (fig. 43). In de grafiek zijn de totale aantallen zaden en de hoeveelheid gedetermineerde typen uitgezet, nadat alle monsters zijn omgerekend naar een dichtheid per 10 cm boorkolom. Simpel gesteld: als de hoogte van de blauwe staven relatief hoog is ten opzichte van de oranje driehoekjes, dan zijn er relatief weinig typen met veel resten vertegenwoordigd; als het omgekeerde het geval is, dan zijn er veel typen met gemiddeld genomen weinig resten. De toevoeging van de hoeveelheid typen maakt het zo mogelijk in te schatten in hoeverre één of enkele typen met grote hoeveelheden resten een groot deel van de zaden vormen. Het is echter moeilijk te bepalen in hoeverre de huidige dichtheid een gevolg is van conserveringsomstandigheden, of een weerspiegeling is van wat oorspronkelijk in de bodem terecht is gekomen (de depositiedichtheid).

In figuur 43 is te zien dat de dichtheid van het totale aantal resten en het aantal typen in de monsters een vergelijkbare trend volgt, maar er zijn wel onderlinge verschillen. Duidelijk

Tabel 6. Geanalyseerde monsters met plantaardige macroresten. Een schelpmonster (M22) is niet botanisch, maar archeozoologisch onderzocht (zie fig. 53).

monsternr.	steekboring	top	basis	laagnummer
(cm -mv)				
M1	1	268	286	1.8, 1.9, 1.10, 1.11
M2	1	334	335	1.16
M3	1	605	615	1.38
M4	1	633	643	1.40
M5	1	697	703	1.42
M6	1	718	728	1.44
M7	1	796	806	1.46
M8	1	826	838	1.50
M9	2	264	273	2.9
M10	2	346	352	2.13
M11	2	385	391	2.17
M12	2	422	433	2.17
M13	2	467	477	2.22
M14	2	552	562	2.25
M15	2	583	593	2.27
M16	2	642	652	2.28
M17	2	656	664	2.28
M18	2	670	678	2.30
M19	2	682	693	2.31
M20	2	712	722	2.33
M21	2	769	777	2.37
M22	2	779	785	2.38
M23	2	789	794	2.40
M24	2	812	822	2.43

is dat het aantal aangetroffen resten per monster het hoogst is in steekboring 2, in de monsters 13-15. De monsters 16-20 bevatten nog steeds relatief veel typen, maar in lagere dichtheden. Als een slechtere conservering verantwoordelijk was voor de terugloop, is ook een sterkere reductie in aantal typen te verwachten. Dat hiervan bij monsters 16-20 geen sprake is, wijst eerder op een vergelijkbare conservering en een daadwerkelijk verschil in depositiedichtheid. Globaal hetzelfde beeld is zichtbaar bij de monsters uit steekboring 1.

Vegetatietypen

Voor alle monsters is in kaart gebracht tot welke biotopen (type groeiplaats) de daarin aangetroffen resten behoren om in beeld te krijgen of er sprake is van een verandering in de vegetatie door de tijd heen.¹⁰⁷ Daarvoor zijn alle dubbel voorkomende typen in de basistabel (bijlage 7) bij elkaar gevoegd, zodat iedere soort maximaal één keer per monster vertegenwoordigd is. Vervolgens is van alle biotopen bepaald hoeveel van de in een monster aangetroffen soorten tot die biotoop behoren (fig. 44). De uitkomsten maken duidelijk dat de verhouding tussen kwelderplanten, akkerplanten en graslandplanten door de tijd heen vrij constant bleef. Dit bevestigt de interpretatie van het pollenonderzoek, namelijk dat de fluctuaties in stuifmeelwaarden in de terplagen voor een belangrijk deel bepaald worden door de mate van inspoeling (en inwaaiing) van allochtoon materiaal. In figuur 44 moet de biotoop 'akker' niet te letterlijk genomen worden. In feite gaat het om alle planten die je normaal als 'onkruid' zou bestem-

¹⁰⁷ Zie Arnolds & Van der Maarel 1979.

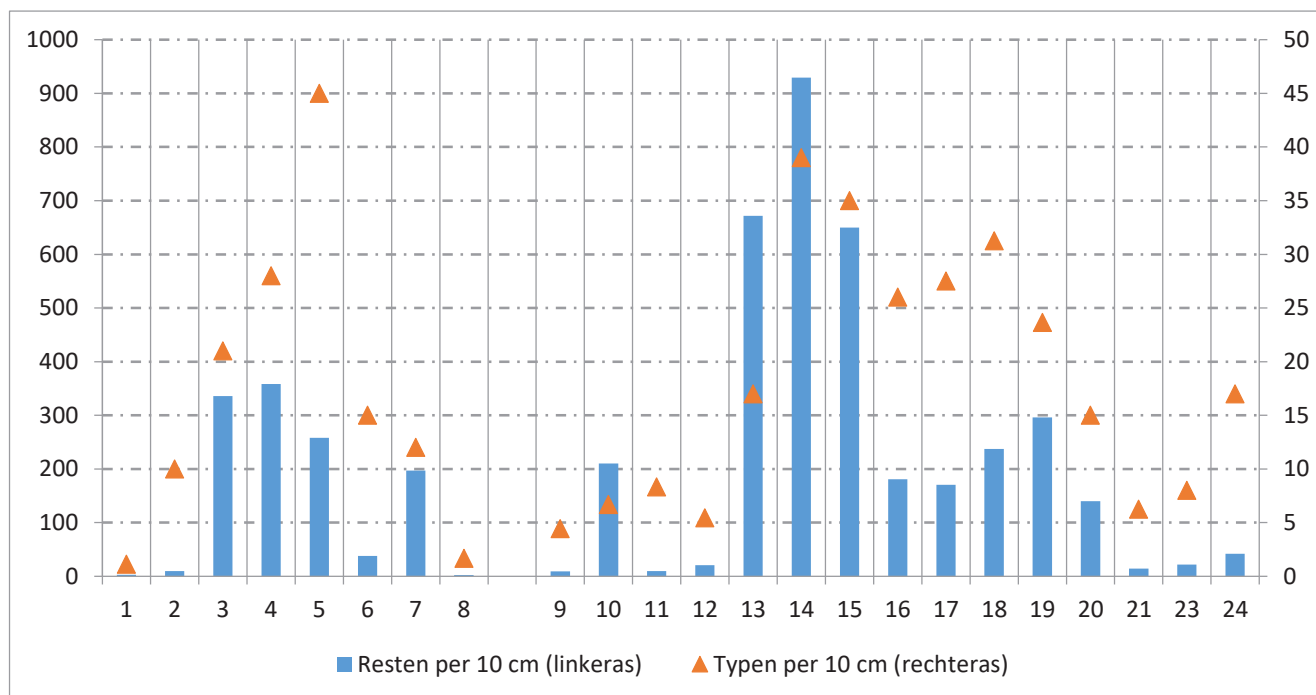


Fig. 43 De dichtheid van het totale aantal macroresten en het aantal gedetermineerde typen in de monsters. Monsters 1-8 komen uit steekboring 1, monsters 9-24 uit steekboring 2. De getallen op de linker en rechter y-as zijn aantallen per 10 cm boorkolom (links aantal resten, rechts aantal typen). Figuur M. Schepers.

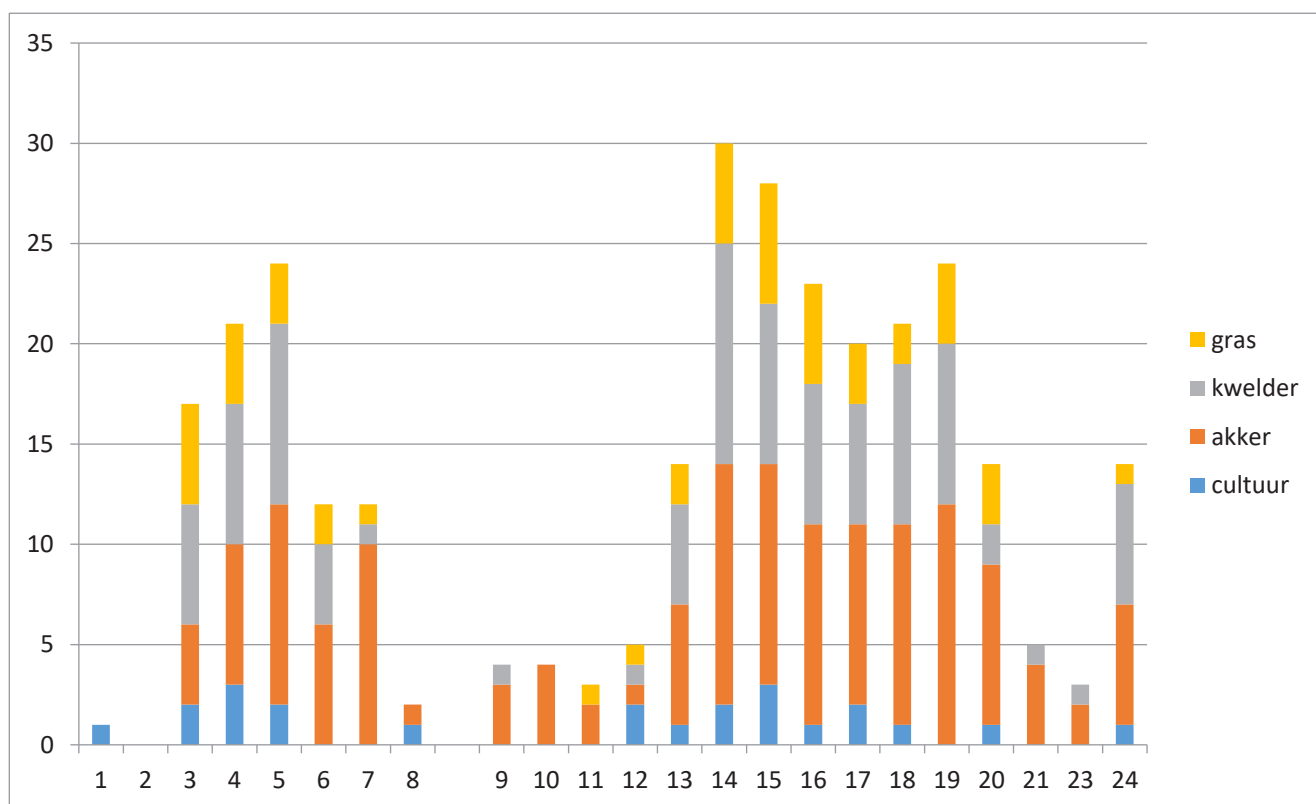


Fig. 44 De verhouding tussen de verschillende biotopen van de soorten die in de macroresten vertegenwoordigd zijn. Monsters 1-8 komen uit steekboring 1, monsters 9-24 uit steekboring 2; y-as: aantallen soorten. Figuur M. Schepers.

pelen. Deze planten gedijen ook goed in nederzettingen en op van nature wat 'rommelige' plekken, zoals vloedmerken.

Naast het in beeld brengen van de verschillende biotopen zijn drie monsters in meer detail vegetatiekundig geanalyseerd met behulp van het programma PALAEOASSOCIA.¹⁰⁸

Deze methode maakt het mogelijk om op het niveau van plantengemeenschappen inzicht te krijgen in de vegetatie. De drie geselecteerde monsters zijn M14, M19 en M24, uit

¹⁰⁸ Schepers *et al.* 2013b.

	L	Z	M	S	K	Z	H	Z	S	V	G	Z	G	M	G	K	U	V	S	Z	H	Z	G	B	G	1	2	3	4	5	6
Lamsoor	x	1,2	1,0	1,4	0,4	1,5	-0,1	-0,1	0,5	-0,5	-0,2	0,5	-0,4	-0,6	-0,3	-0,1	-0,5	-0,4	-0,4	-0,2	0,2	-0,2	-0,6	-0,9	-0,9	1					
Zeeaster	1,2	x	1,1	1,4	-0,2	1,5	0,5	0,2	1,1	0,1	0,3	0,7	0,0	-0,5	-0,3	-0,2	-0,2	-0,4	-0,3	-0,4	-0,4	0,0	-0,7	-0,8	-0,8	1					
Melkkruid	1,0	1,1	x	1,4	-0,2	1,1	0,2	0,7	0,7	0,0	0,4	0,2	-0,2	-0,8	-0,4	-0,4	-0,5	-0,5	-0,3	0,1	-0,3	-0,4	-0,5	-0,9	-0,9	1					
Schorrenzoutgras	1,4	1,4	x	x	0,0	1,5	0,4	0,4	0,7	0,2	0,3	0,5	0,0	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,3	-0,3	-0,2	-0,2	-0,1	-0,8	-0,8	-0,8	1					
Kleine klaver	0,4	-0,2	-0,2	0,0	x	-0,4	0,0	-0,1	0,0	-0,1	-0,1	0,1	0,1	-0,2	-0,1	0,0	-0,2	-0,2	-0,4	0,0	0,7	-0,5	-0,4	-1,0	-0,9	1					
Zilte schijnspurrie	1,5	1,5	1,1	1,5	-0,4	x	0,1	-0,2	0,9	0,2	0,2	0,9	-0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	-0,1	0,1	-0,3	-0,4	0,1	-0,3	-0,2	-0,2	1					
Heen	-0,1	0,5	0,2	0,4	0,0	0,1	x	0,1	0,4	0,4	0,2	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	-0,6	-0,4	-0,5	-0,5	1	1	1			
Zilverschoon	-0,1	0,2	0,7	0,4	-0,1	-0,2	0,1	x	0,4	0,5	0,7	-0,1	0,4	0,2	0,2	0,0	0,3	0,1	0,1	0,2	0,3	-0,2	-0,1	-0,5	-0,5	1	1	1	1		
Spiesmelde	0,5	1,1	0,7	0,7	0,0	0,9	0,4	0,4	x	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,3	0,7	0,1	0,4	0,2	0,1	0,1	-0,2	-0,3	-0,5	1	1	1	1		
Varkensgras	-0,5	0,1	0,0	0,2	-0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	x	1,1	0,3	1,0	0,4	1,1	0,9	1,3	1,1	0,7	0,1	0,6	0,0	-0,2	-0,1	-0,4	1	1	1	1		
Grote weegbree	-0,2	0,3	0,4	0,3	-0,1	0,2	0,2	0,7	0,5	1,1	x	0,1	0,8	0,9	0,8	0,6	1,0	0,6	0,6	0,2	0,5	0,1	-0,1	0,1	-0,1	1	1	1	1	1	
Zeekraal	0,5	0,7	0,2	0,5	0,1	0,9	0,1	-0,1	0,4	0,3	0,1	x	0,3	0,4	0,3	0,2	0,5	0,3	0,4	0,1	0,1	-0,1	0,1	0,1	0,0	1	1	1	1	1	
Gekroesde melkdistel	-0,4	0,0	-0,2	0,0	0,1	-0,1	0,1	0,4	0,4	1,0	0,8	0,3	x	1,1	1,1	0,7	1,1	0,8	0,7	0,1	0,7	0,2	0,2	0,4	0,4	1	1	1	1	1	
Melganzenvoet	-0,6	-0,5	-0,8	-0,1	-0,2	0,0	0,3	0,2	0,4	1,4	0,9	0,4	1,1	x	1,2	1,1	1,4	1,2	1,1	0,2	0,6	0,4	0,1	0,4	0,3	1	1	1	1	1	
Gewone melkdistel	-0,3	-0,3	-0,4	-0,1	-0,1	-0,1	0,1	0,2	0,5	1,1	0,8	0,3	1,1	1,2	x	0,8	1,2	0,9	0,7	0,1	0,5	0,2	0,1	0,2	0,0	1	1	1	1	1	
Kleine brandnetel	-0,1	-0,2	-0,4	-0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,3	0,9	0,6	0,2	0,7	1,1	0,8	x	0,9	0,8	0,8	0,2	0,1	0,2	0,2	0,7	0,5	1	1	1	1	1	
Uitstaande melde	-0,5	-0,2	-0,5	-0,1	-0,2	0,1	0,3	0,3	0,7	1,3	1,0	0,5	1,1	1,4	1,2	0,9	x	1,1	1,0	0,1	0,6	0,3	0,1	0,3	0,1	1	1	1	1	1	
Vogelmuur	-0,4	-0,4	-0,5	-0,3	-0,2	-0,1	0,1	0,1	0,1	1,1	0,6	0,3	0,8	1,2	0,9	0,8	1,1	x	0,6	0,1	0,4	0,1	0,3	0,2	0,1	1	1	1	1	1	
Stippelganzenvoet	-0,4	-0,3	-0,3	-0,3	-0,4	0,1	0,0	0,1	0,4	0,7	0,6	0,4	0,7	1,1	0,7	0,8	1,0	0,6	x	0,4	0,2	0,4	0,6	0,8	0,7	1	1	1	1	1	
Zilt torkruid	-0,2	-0,4	0,1	-0,2	0,0	-0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,4	x	0,0	0,0	0,4	0,4	0,3	1	1	1	1	1	
Hopklaver	0,2	-0,4	-0,3	-0,2	0,7	-0,4	0,0	0,3	0,1	0,6	0,5	0,1	0,7	0,6	0,5	0,1	0,6	0,4	0,2	0,0	x	0,1	-0,2	-0,2	-0,2	1	1	1	1	1	
Zwarte mosterd	-0,2	0,0	-0,4	-0,1	-0,5	0,1	-0,6	-0,2	0,1	0,0	0,1	-0,1	0,2	0,4	0,2	0,2	0,3	0,1	0,4	0,0	0,1	x	0,4	0,7	0,7	1	1	1			
Grote brandnetel	-0,6	-0,7	-0,5	-0,8	-0,4	-0,3	-0,4	-0,1	-0,2	-0,2	-0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,3	0,6	0,4	-0,2	0,4	x	0,9	0,8	1	1	1			
Bilzekruid	-0,9	-0,8	-0,9	-0,8	-1,0	-0,2	-0,5	-0,5	-0,3	-0,1	0,1	0,1	0,4	0,4	0,2	0,7	0,3	0,2	0,8	0,4	-0,2	0,7	0,9	x	1,5	1					
Gevlekte scheerling	-0,9	-0,8	-0,9	-0,8	-0,9	-0,2	-0,5	-0,5	-0,5	-0,4	-0,1	0,0	0,4	0,3	0,0	0,5	0,1	0,1	0,7	0,3	-0,2	0,7	0,8	1,5	x	1					

Fig. 45 Associatietabel voor monster 19, gemaakt met het programma PALAEOASSOCIA, met de daaruit gevormde subgroepen van mogelijk samen voorkomende soorten (kolommen rechts). Dit is een gespiegelde kruistabel, waardoor de kolommen dezelfde zijn als de rijen en iedere soort in de diagonaal van de tabel zichzelf tegenkomt (x). Deze vorm vergemakkelijkt het maken van de soortengroepen. Versimpeld is de figuur als volgt te lezen: groen: grote kans op samen voorkomen in de vegetatie (sterk positief geassocieerd), geel en wit: redelijke kans op samen voorkomen in de vegetatie tot neutraal, rood: komt normaal gesproken niet samen voor in de vegetatie (sterk negatief geassocieerd). Figuur M. Schepers.

Tabel 7. De belangrijkste geïdentificeerde plantengemeenschappen op klassenniveau voor de monsters 14, 19, en 24. De nummers bij de plantengemeenschappen geven een relatieve ranking binnen dat monster. Omdat er in totaal zes klassen in deze tabel opgenomen zijn, is de hoogste haalbare ranking dus 6. De getallen zeggen niets over de absolute bedekking van de bodem met deze vegetatietypen in het verleden.

14	19	24	klasse	omschrijving
3	2	0	<i>Plantaginetea majoris</i>	antropogene graslanden
2	1	0	<i>Cakiletea maritimae</i>	vloedmerkgemeenschappen
1	4	1	<i>Asteretea tripolii</i>	bij vloed overstromde graslanden
6	3	6	<i>Bidentetea tripartitae</i>	pioniervegietatie aan oevers
5	5	1	<i>Stellarietea mediae</i>	akkervegetatie
3	6	1	<i>Artemisietea vulgaris</i>	ruderaal vegetatie

steekboring 2. De keuze voor deze monsters is gebaseerd op het voorkomen van een redelijk aantal verschillende taxa (hier vooral plantensoorten). Twee van de monsters komen uit een vermoedelijke slootvulling (M14 en M19), één van de monsters uit een mestlaag (M24). Voor deze monsters is op basis van hedendaagse gegevens van vegetatiekarteringen berekend hoe groot de kans is dat ze met een andere soort uit hetzelfde monster samen voorkomen binnen een homogene vegetatietype. Dat resulteert in een associatietabel die zo is te ordenen dat er subgroepen van samen optredende soorten ontstaan (fig. 45). Van deze subgroepen is vervolgens bepaald welke hedendaagse vegetatietypen daar in zekere mate op lijken. Hierbij is overigens niet zeker dat een bepaald hedendaags vegetatietype in exact diezelfde vorm ook in het verleden voorkwam. Een perfecte match met een hedendaags vegetatietype is er dan ook nooit.

De analyse begint met een monster, in dit geval monster M19, splitst dat op in meerdere soortengroepen (zes bij M19, zie fig. 45), en geeft vervolgens per soortengroep meer-

dere suggesties voor hedendaagse gelijkende plantengemeenschappen. Bij groepen met veel dezelfde soorten, zoals groep 5 en 6 uit het voorbeeld, zullen dit voor een groot deel dezelfde suggesties zijn. Deze suggesties zijn op zogenaamd 'associatieniveau'. Dat maakt vaak al inzichtelijk genoeg hoe de vegetatie in een landschap er ongeveer uitzag.

Vegetatiekundig is figuur 45 als volgt te lezen: linksboven bevindt zich de meest klassieke kweldervegetatie, met soorten als lamsoor en zeeaster. Deze gaat gaandeweg over in de vegetatie van begraaide hoge kweldergronden, met soorten als zilver schoon, grote weegbree en varkensgras. Daarna volgt de verstoringsvegetatie die gepaard gaat met menselijke bewoning (ruderaal vegetatie), inclusief potentiële akkeronkruiden als vogelmuur, melkdistel, en kleine brandnetel. Dit type vegetatie komt van nature ook voor op de eerder genoemde vloedmerken. Rechtsonder is een verder verzoete, ruderaal vegetatie zichtbaar, met soorten als bilzekruid en gevlekte scheerling.

Tabel 8. De verdeling van economische planten over de onderzochte monsters (v: verkoold, n: nat geconserveerd).

deel		soort	1	2	3	4	5	8	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	24
zaad	v	<i>Brassica nigra</i>				1													
zaad	n	<i>Brassica nigra</i>										1	1					1	
vrucht	v	<i>Hordeum vulgare</i>	1			4				3	4		3		1				
aarspil	v	<i>Hordeum vulgare</i>	4			2	1	2		7	16	8	8						1
vrucht	n	<i>Hordeum vulgare</i>			1														
kafnaald	v	<i>Hordeum vulgare</i>		1														1	
zaad	n	<i>Linum usitatissimum</i>			6	1	1						2	7		1			
vrucht	n	<i>Linum usitatissimum</i>				1						8	2	51					
vrucht	v	<i>Triticum</i> spp.							1										
aarspil	v	<i>Triticum dicoccon</i>								1									1
Totaal aantal			5	1	7	9	2	2	1	11	20	17	16	58	1	1	0	2	2

De associatietabel laat voor monster M19 zien dat er sprake is van diverse, geleidelijk in elkaar overgaande vormen van vegetatie: er is veel overlap tussen de verschillende vegetatietypen, en binnen het totale soortenspectrum van het monster zijn er geen soorten die uit de toon vallen. Het gaat hier om een continuüm van vegetaties, zoals die in verschillende zones van de kwelder voorkomen. De associatietabellen van M14 en M24, die hier niet zijn afgebeeld, laten een vergelijkbaar patroon zien.

De gegevens voor alle drie de monsters, vertaald in vegetatietypen, zijn samengevat in tabel 7. De klassieke associatie van zilte rus, die kenmerkend is voor de middelhoge kwelder, behoort tot de derde klasse in deze tabel, de zogenaamde zee-aster-klasse (*Asteretea tripolii*). Deze klasse blijkt met name goed vertegenwoordigd in M19. Alle monsters tonen duidelijk de beïnvloeding van het landschap door de mens, met graslanden die kenmerkend zijn voor een beweidde kwelder (weegbreekklasse, *Plantaginetea majoris*) en ook voor een ruderaal en akkervegetatie (*Artemisietea vulgaris* en *Stellarietea mediae*). Opmerkelijk is het relatief lage belang van de weegbreekklasse. Dit vormt met enige voorzichtigheid een aanwijzing dat de relatief zoete, antropogene graslanden ten opzichte van ziltere graslanden in de omgeving van Hogebeintum minder dominant aanwezig waren dan rond veel andere terpen waarvan de macroresten zijn onderzocht.¹⁰⁹

Gebruiksplanten

De gebruiksplanten kunnen in een bredere context worden geplaatst op basis van een recent overzicht van gebruiksplanten in het terpengebied.¹¹⁰ In de monsters zijn de zaden van drie zekere gewassen en één mogelijk gewas aangetroffen: gerst (*Hordeum vulgare*), emmertarwe (*Triticum dicoccon*), vlas (*Linum usitatissimum*) en zwarte mosterd (*Brassica nigra*) (tabel 8). Gerst en vlas zijn klassieke gebruiksplanten van het terpengebied en worden wijd verspreid en veelvuldig aangetroffen. Tot voor kort werd voor emmertarwe altijd betwijfeld dat dit gewas in het kwelergebied kon worden verbouwd; mogelijk werd het van de zandgronden aangevoerd.

Inmiddels is het vrijwel zeker dat deze graansoort eveneens lokaal werd verbouwd, al is hij minder sterk vertegenwoordigd dan gerst. Zwarte mosterd (*Brassica nigra*) kan voorkomen in gecultiveerde vorm en als wilde plant. Tot nu toe zijn nergens in het terpengebied vondsten gedaan die overtuigend bewijs van het gebruik van deze plant leveren, zoals een voorraad zaden of een sterke associatie met andere voedselplanten. Een interpretatie als gebruiksplant blijft daarom hypothetisch. Op basis van de tot nu toe onderzochte monsters is geen specifieke trend waarneembaar die zou kunnen wijzen gebruik als voedselplant in een bepaalde periode.

11 Het vondstmateriaal uit de boorkernen

Van de twee steekboringen is de helft van de boorkernen intensief bemonsterd, waarna de resterende grond van de natuurlijk en terplagen individueel per laag of als enkele lagen samen is verzameld. Per grondmonster is voor beide boringen de diepte van de boven- en onderzijde van de laag/lagen genoteerd. Grotere vondsten zijn bij het leeghalen van de pvc-buizen direct apart gehouden en hiervan is per boring de diepte genoteerd. Overige vondsten zijn verzameld tijdens het uitzeven van de grondmonsters, over zeven met een maaswijdte van 5 en 2 mm.

Aardewerk (Bakker, Varwijk & Nieuwhof)

In totaal zijn uit de steekboringen 133 scherven (455,6 g) verzameld. Deze zijn geteld en gewogen; van alle scherven zijn de aardewerksoort en het baksel (magering en hardheid) beschreven (bijlage 8). Met uitzondering van één scherf versierde *terra sigillata* zijn alle scherven van lokaal, met de hand vormgegeven aardewerk (fig. 46). Op grond van aardewerksoort en het baksel kan het aardewerk globaal worden gedateerd. De scherven bestaan grotendeels uit kleine tot zeer kleine wandfragmenten. Van twee randscherven terpaardewerk kon niet alleen het baksel, maar ook het type worden bepaald met behulp van de typologie van Taayke (typen G3 en V2).¹¹¹ De scherf *terra sigillata* werd geïdentificeerd aan de hand van het nog altijd als standaardwerk geldende type-

¹⁰⁹ Schepers *et al.* 2013a.

¹¹⁰ Schepers 2016.

¹¹¹ Taayke 1996, Teil IV: Oostergo.

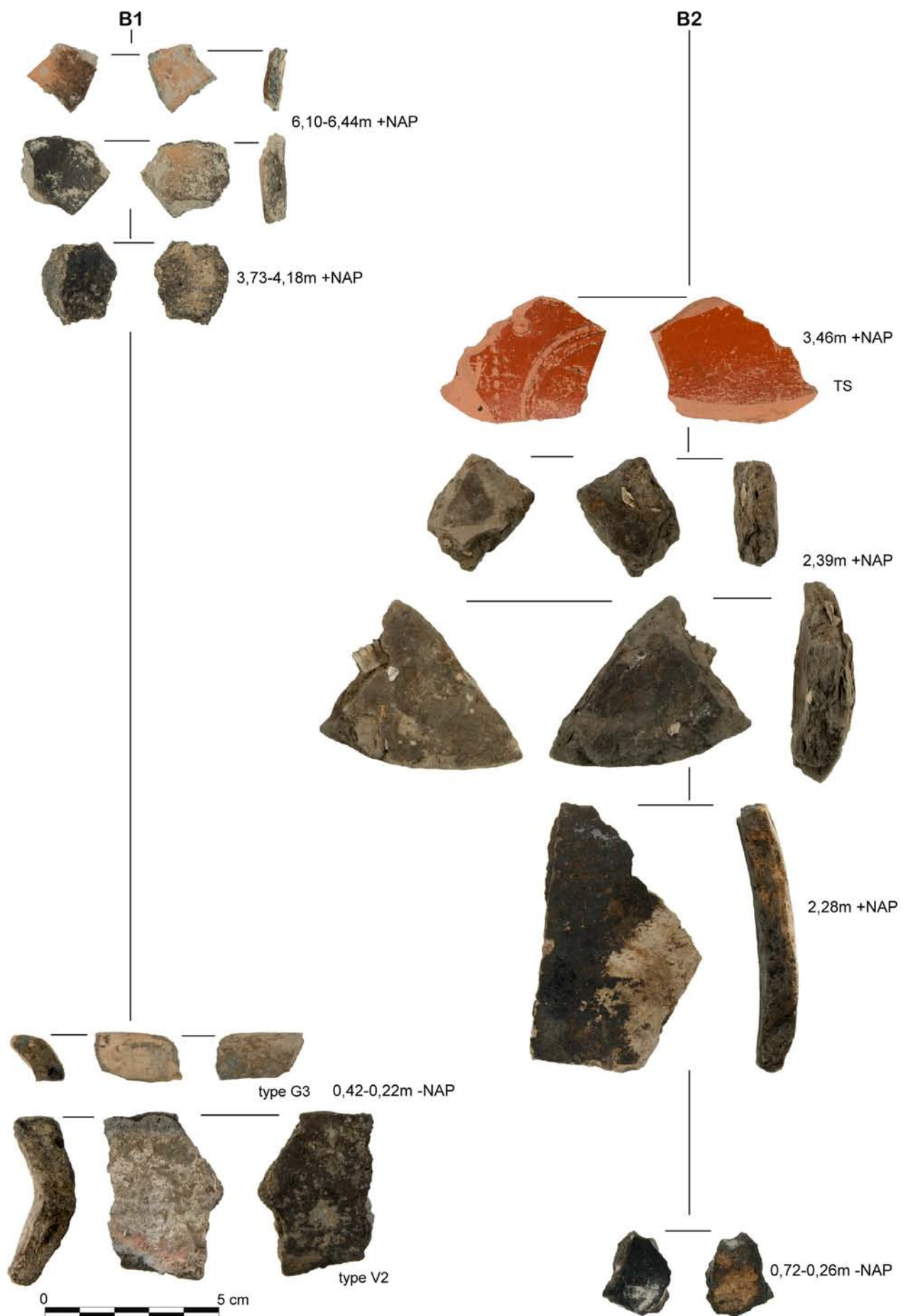


Fig. 46 Foto's van aardewerkscherven uit beide steekboringen, weergegeven in stratigrafische positie. Per scherv of per twee scherven is aangegeven op welke diepte ze zijn gevonden. Figuur M. Bakker, A. Nieuwhof & T.W. Varwijk.

Tabel 9. Identificeerbare scherven uit de steekboringen 1 en 2.

ID	boring	diepte	type	baksel	fragment	gewicht (gram)	kleur buiten	kleur binnen	datering	opmerking
1	1	0,22-0,42 m -NAP	G3	middelhard; magering steengruis, potgruis en organisch	rand	3,8	beige	beige-grijs	midden (evt. begin late) ijzertijd	mica in magering
2	1	0,22-0,42 m -NAP	V2?	middelhard; magering steengruis en organisch	rand	15	licht rood-grijs	donkergrijs	midden (evt. begin late) ijzertijd	erg verweerd
3	2	3,46 m +NAP	Dragendorff 37, subtype Victor I	hard	wand	10,6	oranjerood	oranjerood	3de eeuw n.Chr.	schilfers in 2mm-zeefresidu (boring 2: 3,28-3,6 m +NAP)

noverzicht van Dragendorff uit 1895 (type Dragendorff 37). Deze drie scherven kunnen nauwkeuriger worden gedateerd dan de wandscherven (tabel 9). Samen met de al besproken ¹⁴C-dateringen geven ze inzicht in de ouderdom van de aan-geboorde terplagen (fig. 59).

Het jongste aardewerk uit steekboring 1 bestaat uit twee scherfjes van kogelpotaardewerk dat met steengruis is gemagerd. Deze scherfjes zijn ook het hoogst aangetroffen, tussen 6,44 en 6,10 m +NAP. Ze dateren op grond van baksel en kleur ruwweg uit de periode tussen 750 en 1200 n.Chr. De eerstvolgende scherf dieper in de terplagen bevond zich tussen 4,18 tot 3,73 m +NAP. Het uiterlijk en baksel van deze scherf (o.a. magering met steen- en schelpgruis) doet vermoeden dat het gaat om een scherf van Hessens-Schortens-aardewerk, uit de periode van ca. 450/500 tot 750 n.Chr.

Al het aardewerk uit diepere lagen is terpaardewerk. Uit de lagen tussen 3,12 en 1,58 m +NAP komen vrij licht gekleurde, oxiderend gebakken scherven met een organische magering. Terpaardewerk met deze kenmerken is typisch voor de late ijzertijd en Romeinse tijd (ca. 200/100 v.Chr. tot 300 n.Chr.). De scherven in de lagen tussen 1,40 en 0,49 m +NAP hebben een iets ander baksel: er is vrijwel altijd zand en een enkele keer schelp- of steengruis in het baksel aanwezig, naast organisch materiaal. Het fijne zand was waarschijnlijk geen magering, maar een bestanddeel van de klei. De scherven dateren vermoedelijk uit het laatste deel van de midden-ijzertijd en de late ijzertijd (ca. 300-100/0 v.Chr.).

In de diepste lagen, tussen 0,22 en 0,70 m -NAP, komt meer steengruis en/of schelpgruis in de baksel voor en hebben de scherven over het algemeen donkere kleuren. Aardewerk met dit baksel is in het terpengebied kenmerkend voor de periode van 500 tot 200 v.Chr. Deze datering wordt bevestigd door twee randscherven uit deze lagen. Het gaat om een randfragment van een pot met een gladde rand (type G3), en een verweerde rand die vermoedelijk aan een pot met versiering op de rand heeft toebehoord (type V2). Beide hebben een datering van ca. 500/400 tot 200 v.Chr.¹¹²

De sequentie van dateringen van de scherven uit steekboring 1 lijkt goed overeen te komen met de diepte waarop ze zijn aangetroffen. Steekboring 2 is minder eenduidig. In deze boring was geen aardewerk aanwezig uit de middeleeuwen. Het hoogst aangetroffen aardewerk in steekboring 2 bevond zich tussen 3,60 en 3,28 m +NAP. Het bestaat uit enkele fijne, rode fragmentjes uit het 2 mm-zeefresidu. Deze horen ongetwijfeld bij de versierde scherf *terra sigillata* die werd gevon-

den op een hoogte van 3,46 m +NAP. Deze scherf is van een kom van het type Dragendorff 37, gedateerd tussen ca. 80 en 230 n.Chr.¹¹³ Op grotere diepte lopen de verscheidenheid en datering van de scherven sterk uiteen. Dit geldt vooral voor de lagen tussen 3,28 en 1,76 m +NAP, waar scherven uit de midden-ijzertijd naast scherven uit de late ijzertijd en mogelijk de Romeinse tijd voorkomen. Hier is duidelijk sprake van opspit, waarbij ouder materiaal bij graafwerk uit oudere lagen omhoog is gehaald. Tussen 1,76 tot 0,72 m +NAP bevond zich aardewerk uit de midden- en/of late ijzertijd. In de lagen tussen 0,72 m +NAP en de terpzool (0,72 m -NAP) zijn alleen scherven uit de midden-ijzertijd gevonden (ca. 500-200 v.Chr.).

Afgaand op het aardewerk uit steekboring 1 en de diepere lagen in steekboring 2 kunnen we concluderen dat de vroegste terplagen in de 5de-4de eeuw v.Chr. zijn gevormd. Rond 200 v.Chr. had de terp al een hoogte bereikt van 1,5-2 m, en rond het begin van de jaartelling een hoogte van 2,5 tot 3 m. Als wordt aangenomen dat de scherf *terra sigillata* en de scherf Hessens-Schortens-aardewerk geen opspit vormen, dan bevindt de grens tussen deze beide perioden – en dus de top van de terp in de Romeinse tijd – zich tussen ca. 3,46 en 4,18 m +NAP. Gemeten vanaf de basis was de terp aan het einde van de Romeinse tijd dus zo'n 4 tot 5 m hoog. In de vroege middeleeuwen, tot aan de bouw van de kerk, is de terp dus nog eens 2 tot 3 m opgehoogd. Het geringe aantal vondsten in de vroegmiddeleeuwse en jongere lagen is in overeenstemming met andere terpen. Middeleeuwse lagen zijn over het algemeen arm aan middeleeuwse vondsten, zeker op de hoogste delen van terpen.¹¹⁴

Dierlijk bot en schelp (Prummel)

In totaal zijn 909 resten van dieren (123,6 g) in de twee steekboringen aangetroffen. Daarvan komen 179 resten (27,0 g) uit steekboring 1, en 730 resten (96,6 g) uit steekboring 2. Het gemiddelde gewicht van deze resten bedraagt 0,136 g (boring 1: 0,151 g; boring 2: 0,132 g) (tabel 10). Het grootste fragment, een bot van een brandgans, heeft een lengte van 2,7 cm en een gewicht van 0,5 g. De kleinste fragmenten, een vissenbotje en een stukje schelp, meten slechts enkele mm en wegen minder dan 0,0005 g. Omdat de 2-mm-fracties uit weinig resten bestonden, werden deze bij de uitwerking bij de 5-mm-fracties

¹¹³ Dragendorff 1895, plaat 3.37. De scherf is van hetzelfde type (maar niet van dezelfde kom) als een bij de afgraving gevonden scherf uit Hogebeintum (Volkers 2016, afb. 18.408, inv. nr. FM 28/250); met dank aan Tineke Volkers.

¹¹⁴ Zie bijv. Bakker & Varwijk 2016.

¹¹² Typen volgens Taayke 1996, *Teil IV*, Oostergo; datering *Teil V*, fig. 10b.



Van links naar rechts: Fig. 47 Het haakbeen (*os carpi accessorium*) uit de rechterhandwortel van een schaap of een geit (*Ovis aries/Capra hircus*). Afkomstig uit steekboring 2, tussen 0,78 en 1,17 m -NAP, midden-ijzertijd.

Fig. 48 Tweede melksnijtand (*dens incisivus*) uit de linkeronderkaakhelft van een twee maanden oud kalf (*Bos taurus*), gezien van dorsaal (boven). Afkomstig uit steekboring 1, tussen 0,50 en 0,70 m -NAP, midden-ijzertijd.

Fig. 49 Vrijwel complete eerste koot van de tweede vinger uit de rechtervleugel (*phalanx 1, digit II*) van een brandgans (*Branta leucopsis*). Afkomstig uit steekboring 1, tussen 3,73 en 4,18 m +NAP, Merovingische periode.

Fig. 50 Vrijwel compleet linkermiddenhandsbeen (*carpometacarpus II en III*) van een bonte strandloper (*Calidris alpina*). Afkomstig uit steekboring 1, tussen 3,73 en 4,18 m +NAP, Merovingische periode.

Lengte schaalbalken: 1 cm. Foto's W. Prummel.

Tabel 10. De dierlijke resten uit steekboringen 1 en 2, uitgesplitst naar diersoort (n: aantal resten; g: gewicht in gram). Kolom 2 en 3: boring 1 en 2 samen; kolom 4 en 5: boring 1, kolom 6 en 7: boring 2.

soort	beide boringen		boring 1		boring 2	
	n	g	n	g	n	g
varken (<i>Sus domesticus</i>)	1	5,970	1	5,970	-	-
rund (<i>Bos taurus</i>)	4	13,996	2	3,740	2	10,256
schaap/geit (<i>Ovis aries/Capra hircus</i>)	6	6,712	2	1,344	4	5,368
onbekende muizensoort	3	0,048	2	0,032	1	0,016
brandgans (<i>Branta leucopsis</i>)	1	0,472	1	0,472	-	-
bonte strandloper (<i>Calidris alpina</i>)	1	0,040	1	0,040	-	-
bokje (<i>Lymnocyrtus minimus</i>)	1	0,102	-	-	1	0,102
onbekende vogel (Aves)	2	0,048	-	-	2	0,048
paling (<i>Anguilla anguilla</i>)	1	0,106	1	0,106	-	-
bot/schol/schar (Pleuronectidae)	6	0,178	6	0,178	-	-
onbekende vissoort (Pisces)	9	0,196	8	0,144	1	0,052
gewone alikruik (<i>Littorina littorea</i>)	7	0,526	4	0,114	3	0,412
wadslakje (<i>Hydrobia ulvae</i>)	4	0,020	3	0,014	1	0,006
mossel (<i>Mytilus edulis</i>)	704	70,588	75	5,804	629	64,784
nonnetje (<i>Macoma balthica</i>)	3	0,818	-	-	3	0,818
gewone kokkel/brakwaterkokkel (<i>Cerastoderma edule/C. glaucum</i>)	19	0,980	4	0,188	15	0,792
mariene gastropode/bivalve	3	0,082	2	0,082	1	0,000
zeepok (Cirripedia)	4	0,090	1	0,042	3	0,048
grootte rund/paard	1	2,226	-	-	1	2,226
grootte schaap/geit/varken	1	1,110	-	-	1	1,110
zoogdier, grootte onbekend	128	19,282	66	8,758	62	10,524
totaal	909	123,590	179	27,028	730	96,562
gemiddeld gewicht		0,136		0,151		0,132

van dezelfde laag gevoegd (tabellen 11-12). De conservering van de dierlijke resten is goed, zowel van resten uit het de onderste als uit de hogere terplagen.

De lagen met dierlijke resten in steekboring 1 reikten van 6,47 m +NAP tot 1,06 m -NAP. In steekboring 2 lagen ze iets

dieper, van 5,60 m +NAP tot 1,17 m -NAP. De dierlijke resten werden gedateerd aan de hand van de aardewerkvondsten uit beide boringen. In boring 2 is tussen 3,28 en 1,76 m +NAP door graafwerkzaamheden in de Romeinse tijd materiaal uit de

Rechts: Fig. 51 Distale (onderste) tweederde deel van het linkeropperarmbeen (*humerus*) van een bokje (*Lymnocyptes minimus*). Afkomstig uit steekboring 2, tussen 4,73 en 5,18 m +NAP, vroege of late middeleeuwen.

Geheel rechts: Fig. 52 Twee wervels van platvis-sen (*Pleuronectidae*: bot (*Platichthys flesus*), schol (*Pleuronectes platessa*) en/of schar (*Limanda limanda*).

Links: een wervel uit het gedeelte vóór de staart (*vertebra praecaudalis*), rechts: een wervel uit de staart (*vertebra caudalis*). Afkomstig uit steekboring 1, tussen 6,10 en 6,44 m +NAP, Karolingische periode tot en met late middeleeuwen.

Lengte schaalbalken: 1 cm. Foto's W. Prummel.



Tabel 11. De aantallen resten uit steekboring 1 per diersoort uitgesplitst naar de diepte (de boven- en onderzijde van de lagen) in m NAP. Kolom 3: de dateringen van de laagjes in jaren v. en n.Chr., kolom 4: de fase(n) waartoe de resten te rekenen zijn.

top van laag in m NAP	basis van laag in m NAP	datering in eeuwen op basis van het aardewerk	hoort tot fase	varken	rund	schaap/geit	onbekende muizensoort	brandgans	bonte strandloper	paling	bot/schol/schar	onbekende vissoort	aliekruik	wadslakje	mossel	gewone kokkel/brakwaterkokkel	mariene gastropode/bivalve	zeepok	zoogdier, grootte onbekend	totaal aantal	zee fracties
6,47	6,1	ca. 750 - 1500 n.Chr.	KAROL-LME			1				1	2	3	3		17	1			11	39	5+2
6,44	6,1	ca. 750 - 1500 n.Chr.	KAROL-LME																1	1	5
6,1	5,78	ca. 750 - 1500 n.Chr.	KAROL-LME	1							2	3	1		3				13	23	5+2
5,46	5,12	ca. 500 - 900 n.Chr.	MEROV-KAROL								1								4	5	2
4,18	3,73	ca. 500 - 750 n.Chr.	MEROV				1	1	1			1			1				1	6	5
3,73	3,4	ca. 0 - 750 n.Chr.	ROM-MEROV				1					1			2				7	11	5+2
3,4	3,25	ca. 0 - 750 n.Chr.	ROM-MEROV												2				5	7	5+2
2,14	1,95	ca. 200 v.Chr. - 300 n.Chr.	LIJZ-ROM												1					1	2
1,95	1,58	ca. 200 v.Chr. - 300 n.Chr.	LIJZ-ROM																2	2	5+2
1,4	1,24	ca. 300-0 v.Chr.	MIJZ-LIJZ																1	1	2
1,15	1,03	ca. 300-0 v.Chr.	MIJZ-LIJZ														1		1	2	5+2
0,73	0,49	ca. 500 - 0 v.Chr.	MIJZ-LIJZ												8	1			3	12	5+2
0,01	-0,17	ca. 500 - 0 v.Chr.	MIJZ-LIJZ		1										11				4	16	5
-0,22	-0,42	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ												8	1		1	8	18	5+2
-0,5	-0,7	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ		1	1					1			3	20	1			5	32	5+2
-0,82	-1,06	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ												2		1			3	2
totaal				1	2	2	2	1	1	1	6	8	4	3	75	4	2	1	66	179	

ijzertijd en de Romeinse tijd met elkaar vermengd geraakt, waardoor de datering voor dierlijke resten uit deze lagen zeer ruim is. De dierlijke resten werden gedetermineerd aan de hand van de archeozoölogische vergelijkingscollectie van het Groninger Instituut voor Archeologie.

In de beide steekboringen zijn de volgende diersoorten of diergroepen vastgesteld: schape en/of geit, rund, varken, een onbekende muizensoort, drie wilde vogelsoorten (brandgans, bonte strandloper en bokje), ten minste twee vissoorten (paling en bot, schol en/of schar (platvissen)), ten minste

vijf weekdiersoorten (mossel, nonnetje, gewone kokkel en/of brakwaterkokkel, gewone aliekruik en wadslakje) en een onbekende zeepok. Niet op soort gebracht zijn 130 kleine splinters van zoogdierbotten en enkele vogel-, vis- en weekdierresten.

Het is niet verwonderlijk dat in deze kleine steekproef schapen en/of geiten, runderen en een varken zijn aangetoond. Deze landbouwhuisdieren werden van de ijzertijd tot en met de middeleeuwen op alle terpen gehouden.¹¹⁵ Het aan-

¹¹⁵ Zie bijv. Prummel 2006, tabel 5.6; Prummel 2008, tabel 8.2; Hullege & Prummel 2015, tabel 11.2; Van Gent 2015; Hullege & Prummel 2019.

Tabel 12. De aantallen resten uit steekboring 2 per diersoort uitgesplitst naar de diepte (de boven- en onderzijde van de lagen) in m NAP. Kolom 3: de dateringen van de laagjes in jaren v. en n.Chr., kolom 4: de fase(n) waartoe de resten te rekenen zijn.

top van laag in m NAP	basis van laag in m NAP	datering in eeuwen op basis van het aardewerk	hoort tot fase	rund	schaap/geit	onbekende muizensoort	bokje	onbekende vogel	onbekende vissoort	aliekruik	wadslakje	mossel	nonnetje	onbekende kokkel	maritieme gastropode/bivalve	zeepok	grote rund/paard	grote schaap/geit/varken	zoogdier, grootte onbekend	totaal aantal	zee fracties
5,6	5,28	ca. 500 - 1500 n.Chr.	VME-LME					1		3		1							6	11	5+2
5,18	4,73	ca. 500 - 1500 n.Chr.	VME-LME				1					4					1		3	9	5+2
4,73	4,15	ca. 250 - 750 n.Chr.	LRM-MER									11		10				1		22	5+2
3,6	3,28	ca. 0 - 300 n.Chr.	ROM					1				2							8	11	5+2
3,28	2,73	ca. 500 v.Chr. - 300 n.Chr.	MIJZ/LIJZ/ROM		2				1			2							4	9	5+2
2,73	2,28	ca. 500 v.Chr. - 300 n.Chr.	MIJZ/LIJZ/ROM		1						1	1	1	4					5	13	5+2
2,28	1,28	ca. 500 v.Chr. - 300 n.Chr.	MIJZ/LIJZ/ROM										1							1	-
2,13	1,76	ca. 500 v.Chr. - 300 n.Chr.	MIJZ/LIJZ/ROM									1			1	1			7	10	5+2
1,76	1,28	ca. 500 - 0 v.Chr.	MIJZ-LIJZ																1	1	2
1,01	0,72	ca. 500 - 0 v.Chr.	MIJZ-LIJZ									4							7	11	5+2
0,72	0,28	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ	2								4							4	10	5
0,06	-0,26	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ			1						3	1						3	8	5
-0,26	-0,72	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ									57		1		2			11	71	5+2
-0,51	-0,57	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ									530								530	-
-0,78	-1,17	ca. 500 - 200 v.Chr.	MIJZ		1							9							3	13	5+2
totaal				2	4	1	1	2	1	3	1	629	3	15	1	3	1	1	62	730	

tal van elf resten is te klein om conclusies te trekken over de ontwikkeling van de veeteelt in de loop van de tijd. De zes botten van schapen en/of geiten zijn een schedelfragmentje, twee ribfragmenten, een opperarmbeen- of dijbeenfragment, een handwortelbeentje (fig. 47) en een staartwervel met open groeischijven, die dus van een onvolgroeid schaap of geit is. De vier botten van runderen zijn een melksnijtand van een twee maanden oud kalf (fig. 48) en drie ribfragmenten, waarvan er een afkomstig is van een pasgeboren rund. Het varkensbot is een fragment van een middenhandsbeen III. Ook muizen zijn op een boerenerf te verwachten; aangetroffen zijn een snijtand, een lendenwervel en een stukje van een scheenbeen van een of meer muizen.

Doordat de lagen zijn gezeefd, zijn ook vogel- en visbotten aangetroffen. Van de brandgans resteert een bijna complete eerste koot van de tweede vinger uit een rechtersvleugel (fig. 49). Het botje van een bonte strandloper komt ook uit een vleugel: het is het bovenste gedeelte van een linkermiddenhandsbeen (fig. 50). Ook het botje van een bokje is een vleugelbot, namelijk een linkeropperarmbeen (fig. 51). De brandgans en de bonte strandloper dateren uit de Merovingische periode, het bokje uit de vroege of late middeleeuwen.

Brandgans en bonte strandloper komen in het Wadden-gebied als wintergasten in grote tot zeer grote aantallen voor.

Het bokje is ook een wintergast, maar in een kleiner aantal en juist op drassige gebieden met zoet water.¹¹⁶ Deze drie soorten werden ook aangetroffen in zeefmonsters uit de terp Wijnaldum-Tjitsma (Romeinse tijd tot en met vroege middeleeuwen), en de bonte strandloper eveneens in zeefmonsters uit de steilkanten van de terpen Oosterbeintum en Firdgum (beide vroege middeleeuwen).¹¹⁷ Dit zullen consumptievogels zijn geweest. De bonte strandloper vervulde in de vroege middeleeuwen ook een rol in het crematieritueel, evenals de kleine of de temmincks strandloper; zij werden als bijgaven voor de dode mee verbrand op de brandstapel.¹¹⁸

Het is niet toevallig dat de vogelbotten uit Hogebeintum van de Romeinse tijd tot in de middeleeuwen zijn te dateren. Ook van andere terpopgravingen is bekend dat de terpbewoners in de ijzertijd niet of nauwelijks vogels vingen. De jacht op vogels kwam in het terpengebied pas in de Romeinse tijd en de vroege middeleeuwen op gang.¹¹⁹

Visresten zijn in de boringen aangetroffen in lagen uit alle perioden. Platvissen (bot, schol en/of schaar; fig. 52) en paling

¹¹⁶ Bijlsma *et al.* 2001, 49-51, 208-210, 212-213.

¹¹⁷ Wijnaldum: Prummel *et al.* 2013, tabel 2 (brandgans: brandgans of de nauw verwant rotgans); Oosterbeintum: Knol *et al.* 1996a, 344-345; Firdgum: Timmerman 2012, tabel 20.

¹¹⁸ Prummel & Knol 1991; Knol *et al.* 1996a, 336-337; Prummel 1999, 209 (Oosterbeintum en Dokkum-Berg Sion).

¹¹⁹ Prummel *et al.* 2013, Table 2.



Fig. 53 Ongeveer 530 mosselschelpfragmenten (*Mytilus edulis*). Afkomstig uit steekboring 2, tussen 0,51 en 0,57 m -NAP, midden-ijzertijd. De schaalbalk meet 1 cm. Foto W. Prummel.

zijn ook in zeefmonsters uit andere terpen steeds de meest aangetoonde vissoorten.¹²⁰

De sterkst vertegenwoordigde diersoort is de mossel. In beide boringen zijn over het gehele profiel fragmenten van mosselschelpen aangetroffen (fig. 53). Deze kunnen afkomstig zijn van op de terp geconsumeerde mosselen, maar zij kunnen ook uit natuurlijke afzettingen komen en met ophogings- of bouw materiaal zijn aangevoerd. Omdat de meeste mosselschelpfragmenten in dezelfde laagjes zijn aangetroffen als botten van gegeten diersoorten, zijn ze vermoedelijk vooral afkomstig van geconsumeerde mosselen. De vier zeepokfragmentjes zijn met de mosselen op de terp terechtgekomen. Op mosselschelpen zitten vaak zeepokken.¹²¹

Twee van de drie schelpen van nonnetjes en de kokkel- en alikruischelpen zullen afkomstig zijn van op de terp geconsumeerde weekdieren. De fragmenten van kokkelschelp waren te klein om te kunnen vaststellen of ze van gewone kokkels of van brakwaterkokkels afkomstig zijn. Beide soorten komen in het Waddengebied voor.¹²² De derde, zwarte nonnetjesschelp (fig. 54) en de schelpjes van wadslakjes zullen met ophogings- of bouw materiaal zijn aangevoerd. De nonnetjes-



Fig. 54 Klep van een nonnetje (*Macoma balthica*), die gezien de zwarte kleur als losse klep op de terp terecht kwam en dus niet als voedsel. Afkomstig uit steekboring 2, tussen 1,28 en 2,28 m +NAP, ijzertijd of Romeinse tijd. De klep kan met ophogingsmateriaal op de terp terecht zijn gekomen. De schaalbalk meet 1 cm. Foto W. Prummel.

schelp is gezien de kleur niet als voedsel op de terp terechtgekomen. Het zwart is ontstaan in een anaeroob milieu (zonder zuurstof), waarin een schelpdier niet kan leven. De schelp moet dus leeg zijn geweest toen de kleur van het gebruikelijke roze/geel veranderde in zwart. De zeer kleine wadslakjes zijn geen consumptieweekdieren.

¹²⁰ Knol *et al.* 1996a, tabel 33; Prummel 2008, tabel 8.4; Prummel & Van Gent, 2010, tabel 4; Timmerman 2012, tabel 21-22; Prummel *et al.* 2013, tabel 3; Van den Hurk 2013, 14-15; Hullege & Prummel 2015, tabel 11.4-5.

¹²¹ Zie bijv. Prummel & Van Gent 2010, fig. 13.

¹²² Prummel *et al.* 2007.

Fig. 55 Selectie van de grootste fragmenten mestslak uit steekboring 2, gevonden op een diepte van 722-754 cm. De schaalverdeling is in cm. Foto P. de Rijk.



Ook al is het aantal gedetermineerde resten van dieren uit de steekboringen niet groot, toch zien we een aantal patronen die we ook van andere terpopgravingen kennen. De terpbewoners hielden vanaf de midden-ijzertijd runderen, schapen (en/of geiten) en varkens. Vanaf de Romeinse tijd maakte men jacht op vogels. Gevist werd er al vanaf de midden-ijzertijd, met waarschijnlijk een toename in de visserij vanaf de vroege middeleeuwen. Weekdieren, vooral mosselen, werden waarschijnlijk in alle perioden gegeten.

Mestslak (De Rijk)

In de zeefmonsters van steekboringen 1 en 2 zijn in respectievelijk acht en elf terplagen resten van slak aangetroffen (tabel 13). Het gaat om ca. 160 fragmenten, waarvan de meeste lichter zijn dan 0,1 gr. Ofschoon zij vaak maar enkele millimeters groot zijn, zijn deze fragmenten macro- en microscopisch als mestslak te determineren. Deze determinatie werd bevestigd toen enkele van de eerder gevonden slakken uit de gutsboringen met XRF-metingen zijn onderzocht.¹²³

De fragmenten zijn onregelmatig van vorm, hoekig op de breukvlakken en afgerond aan het oorspronkelijke oppervlak (fig. 55). Dit oppervlak kan deels verglaasd en met half-gesmolten as bedekt zijn en af en toe druppels sterk visceuze slak tonen. De slak is hoofdzakelijk lichtgrijs; daarnaast zijn sommige stukjes donkergrijs, beige en deels ook lichtgroen. De fragmenten hebben voornamelijk een vesiculaire structuur, wat wil zeggen dat ze vele gasblaasjes bevatten. Dit is tegelijk de oorzaak voor het relatief lage soortelijk gewicht van de slak, die in de regel tussen 1,0 en 1,5 g/cm³ ligt. In de

grotere fragmenten zijn soms vaag de indrukken van halmen van vermoedelijk gras herkenbaar.

Mestslak ontstaat als mest als brandstof wordt gebruikt. Dit is met name het geval in gebieden met een gebrek aan brandhout of andere (fossiele) brandstoffen. Bij het verbranden van mest blijft ongeveer 20-50% van het gewicht over als as, dat in de regel dezelfde grootte en vorm heeft als het originele stuk vóór de verbranding. De maximale temperatuur die bij de verbranding van koeienmest behaald kan

Tabel 13. Aantallen stukken slak (veelal fragmenten) uit de steekboringen, met diepte onder maaiveld.

steekboring	top (cm -mv)	basis (cm -mv)	aantal
2	210	255	2
2	313	346	4
2	368	400	12
2	400	455	3
2	455	500	6
2	515	552	1
2	552	600	2
2	627	656	5
2	656	700	2
2	722	754	81
2	754	800	1
1	111	148	1
1	385	418	14
1	418	433	9
1	563	600	3
1	709	719	3
1	757	775	3
1	780	800	3
1	808	828	5
totaal:			160

¹²³ Van der Heiden *et al.* 2018, 25-28. Deze slakken zijn niet meegenomen bij de analyse van slak uit de steekboringen.

worden, is 640 °C. Dit is afhankelijk van het watergehalte, de zuurstoftoevoer en samenstelling van de mest. Mest is alleen als brandstof te gebruiken als het goed gedroogd is; anders smeult het alleen en rookt het enorm, als het al aangestoken kan worden. Ook als te weinig zuurstof het vuur kan bereiken, ontstaat een smeulend en rokend vuur. De samenstelling van de mest is afhankelijk van wat het dier gegeten heeft en dit heeft weer invloed op de kleur van de slak. Omdat het onderzoek naar mestslak nog in de kinderschoenen staat, is het momenteel niet mogelijk aan de hand van de chemische samenstelling van de mestslak uitspraken te doen over het landschappelijk milieu waarin het vee graasde toen de mest geproduceerd werd.

Behalve mestslak bevatten de zeefmonsters ca. 80 lichtmagnetische fragmenten die geen mestslak zijn, maar als verkoold botanisch materiaal, ijzerconcreties, aardewerk en eenmaal ook als verroest oppervlak van een ijzeren voorwerp zijn herkend. De reden dat deze in de regel niet-magnetische materialen lichtmagnetisch zijn, is niet geheel duidelijk. Vermoedelijk hangt dit samen met ijzerhoudende bodemdeeltjes die aan het materiaal kleven of hierin zijn ingesloten; door verhitting in een zuurstofarme omgeving zijn deze deeltjes in het ijzeroxide magnetiet ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) omgezet. Slak die met de verwerking en bewerking van metaal samenhangt, waaronder hamerslag, is in de beperkte hoeveelheid terpaarde die is opgeboord niet aangetroffen.¹²⁴

12 De invloed van compactie op lagen en vondstmateriaal (Huisman, Ngan-Tillard & Bahlen)

Omdat behoud *in situ* van archeologische vindplaatsen een wettelijk uitgangspunt is, komt geregeld de vraag op in hoe verre bouwen op vindplaatsen schadelijk is voor de daarin aanwezige archeologie.¹²⁵ Als bouwprojecten grote schade aan een vindplaats veroorzaken zal die eerst moeten worden opgegraven, terwijl bouwwerkzaamheden die geen schade hebben sneller kunnen worden toegestaan. Tussen 'grote schade' en 'geen schade' bestaat echter een grijs gebied van ingrepen die een vindplaats in wisselende mate beïnvloeden. Bij de beslissing of bouwplannen kunnen doorgaan terwijl archeologische resten *in situ* bewaard blijven, moet een groot aantal archeologische en sociaal-economische factoren worden afgewogen. Om een dergelijke afweging te kunnen maken, is een schatting van zowel de (eigenschappen van) archeologische resten noodzakelijk, alsook een voorspelling van wat de gevolgen van nieuwbouw of wegebouw zijn.

De gevolgen van bouwwerkzaamheden voor begraven archeologische resten kunnen uiteenlopend zijn. Naast directe aantasting door vergraven en de gevolgen van heien kan het bijvoorbeeld ook gaan om veranderingen in het bodemmilieu en samendrukking van de bodem door een toename van de belasting. Dit is vooral relevant op locaties waar ophogingen

worden aangebracht, bijvoorbeeld in de vorm van grondlichamen.

Er zijn verschillende manieren waarop een toename van de belasting van de bodem in theorie invloed kan hebben op een archeologische vindplaats: het vervormen van de bodem, het verstoren van de relatie tussen artefact en stratigrafie, en het beschadigen van artefacten of plantaardige en dierlijke resten.¹²⁶ Hoewel deze effecten theoretisch kunnen optreden, is nog onduidelijk of ze in de praktijk inderdaad plaatsvinden of hoe ernstig de eventuele schade is. Het ontbreekt aan voldoende waarnemingen of testgegevens waaruit dit zou kunnen blijken. Daarom vormen de waarnemingen in de terp van Hogebeintum een uitgelezen kans om te onderzoeken wat het gevolg kan zijn van een sterke ophoging, van vele meters, op een pakket met deels sterk organische archeologische resten.

Eerder onderzoek en geotechnische testen

In een eerste studie naar de effecten van ophoging zijn monsters onderzocht uit een organisch-rijke laag onder een terp en onder meer recente infrastructurele ophogingen.¹²⁷ Hieruit bleek dat de druk van het ophogingspakket heeft geleid tot degradatie van plantaardig en dierlijk materiaal. Aangetekend moet worden dat het hier om kleine monsters ging en dat geen rekening is gehouden met de inherente heterogeniteit in de onderzochte laag. Proeven met ophogingen op veenpakketten en samendrukkingsproeven in het laboratorium van de TU Delft lieten zien dat sterke druk vooral leidde tot compactie van organische pakketten, zonder dat botanische resten – zoals zaadjes – werden aangetast.¹²⁸

Een factor die gunstig is voor behoud *in situ* is zogenaamd overconsolidatie van de grondlaag waarin de archeologische resten aanwezig zijn. Een grondlaag is overgeconsolideerd wanneer deze tijdens zijn geschiedenis is blootgesteld aan een hogere verticale druk dan de huidige situatie. De hoogste druk die de bodem heeft ondergaan voordat nieuwe ophogingen werden aangebracht ter bescherming (consolidatie) van archeologische lagen, wordt de preconsolidatie druk genoemd. De verhouding tussen de preconsolidatie druk en de huidige verticale druk wordt aangeduid met de term 'overconsolidatie verhouding'. Alleen wanneer druk toeneemt, bijvoorbeeld doordat nieuwe ophogingen worden aangebracht die leiden tot een grotere druk dan de preconsolidatie druk, kan er schade aan archeologische resten ontstaan.

Meerdere processen kunnen overconsolidatie op archeologische resten genereren. Erosie van ophogingslagen, het bouwen en vervolgens slopen van structuren, drainage en uitdroging van de bovengrond, verhoging van het grondwaterniveau, maar ook chemische reacties kunnen leiden tot overconsolidatie. De mate van overconsolidatie kan worden afgeleid uit oedemische testen (d.w.z. met één-dimensionale druk) op vlakke cilindervormige monsters. Wanneer dergelijke testresultaten niet beschikbaar zijn, kan overconsolidatie worden geschat met een berekening van de empirische relatie

¹²⁴ Hamerslag en slak worden in terpen gevonden waar metaal werd bewerkt; zie bv. het onderzoek in Achlum (De Rijk 2015).

¹²⁵ Bijv. Davis *et al.* 2004; Sidell *et al.* 2004; Huisman 2012.

¹²⁶ Huisman *et al.* 2011; Huisman 2012.

¹²⁷ Van Kappel 2004.

¹²⁸ Ngan-Tillard *et al.* 2015.

Tabel 14. Uitgevoerde geotechnische metingen, op basis waarvan de 'overconsolidatie-verhouding' kon worden bepaald. Zie ook fig. 56.

parameter	testmethode	opmerking
ongedraineerde schuifweerstand	vallende kegeltest	haalde niet de vereiste 5 mm
ongedraineerde schuifweerstand	hand-penetrometer test	capaciteit overschreden in zwaardere sedimenten
effectieve verticale stress	profiel dichtheidsmetingen	1 x 2 cm sub-monsters
vloeibare limiet	vallende kegel op monsters met verschillende watergehaltes	
plastische limiet	rollende-draad methode	

tussen geotechnische testwaarden.¹²⁹ De formule voor deze berekening is:

$$OCR = \left[\frac{c_u / p'_o}{0.11 + 0.0037 (LL - PL)} \right]^{1.25}$$

Waarbij: OCR is de overconsolidatie verhouding; c_u is de ongedraineerde schuifweerstand; p'_o is de verticale effectieve stress; LL is de vloeibare limiet; PL is de plastische limiet.

Tabel 14 geeft een overzicht van de methodes waarmee deze parameters zijn bepaald. De halve boorkernen uit Hogebeintum waren echter niet ideaal om ongestoorde monsters uit te nemen. Bovendien was de diameter niet groot genoeg voor een representatieve oedometrische test op een de bodem die rijk is aan macro-artefacten. De resultaten moeten daarom met enige voorzichtigheid worden bekeken.

De resultaten van de geotechnische tests zijn weergegeven in figuur 56. Op basis van deze gegevens kon worden vastgesteld dat de overconsolidatie verhouding (OCR) voor de meeste van deze monsters hoog en variabel is, met waarden boven de 2. Per definitie heeft overgeconsolideerde grond een OCR-waarde groter dan 1, en licht overconsolideerde grond een OCR-waarde tussen 1 en 2. De afgeleide OCR-waarden voor de Hogebeintum-monsters wijzen op een duidelijke tot sterke overconsolidatie. De gemeten overconsolidatie zal de terp van Hogebeintum beschermen tegen schade door verdere belasting, zolang de huidige preconsolidatiedruk niet wordt overschreden. De variabiliteit van de overconsolidatie-verhouding kan een indicatie zijn van veranderingen in het gebruik van de terp gedurende zijn geschiedenis (o.a. als nederzetting, akker en dorp met kerk en huizen van steen).

Ter ondersteuning van deze uitkomsten is nader onderzoek van andere terpen nodig, met behulp van tests naar de compactie van onaangetaste grondmonsters (oedometrische tests) en verdere geotechnische metingen. Een betere schatting van de verticale effectieve stress kan worden afgeleid uit de massa van de halve kernen. Monsters rijk aan macro-artefacten beïnvloeden echter de testresultaten, die dan ongeldig worden vanwege schaafeffecten en de invloed van heterogeniteit. Zulke monsters zijn daardoor niet bruikbaar voor oedometrische tests, wat geotechnisch onderzoek aan terpen en wierden lastig maakt.

Tabel 15. Monsters die op de TU Delft zijn onderzocht met behulp van micro-CT-scans. Zie ook fig. 57.

Boring	Diepte van	Diepte tot	Monster nr.
1	85	100	L1-1
1	185	200	L2-1
1	287	300	L3-1
1	350	361	L4-2
1	482	500	L5-2
1	573	588	L6-1
1	680	700	L7-1
1	730	743	L8-1
1	753	766	L8-1
1	890	900	L9-1
2	880	900	L9-1
2	982	995	L10-1
2	1027	1043	L11-1
2	1089	1100	L11-2
2	1185	1200	L12-1

dometrische tests, wat geotechnisch onderzoek aan terpen en wierden lastig maakt.

Relevante waarnemingen in Hogebeintum

De verschillende lagen in de terp van Hogebeintum zorgen door hun gewicht voor een belasting van de eronder gelegen pakketten grond. Als we uitgaan van een dichtheid van rond de 1,5 kg/l (of ton/m³) zorgt iedere meter terp voor een druk van 15 kPa (=kg/ms²). De zo toenemende druk bereikt bij de terpvoet, op een diepte van ca. 8 m, een waarde van naar schatting 120 kPa.

De archeologische resten onder in de terp van Hogebeintum hebben blootgestaan aan een verticale belasting van maximaal 120 kPa gedurende een lange periode. De terp werd voortdurend verder opgehoogd tijdens de periode van bewoning, waarna terplagen sinds het laatste moment van ophoging eeuwenlang op onderliggende lagen en de daarin aanwezige (eco-)artefacten hebben gedrukt. Deze situatie biedt de mogelijkheid om de veerkracht van archeologische overblijfselen onder langdurige mechanische belasting te bestuderen. Dit kan tot interessante inzichten leiden, aan-

¹²⁹ Vardanega & Bolton 2011.

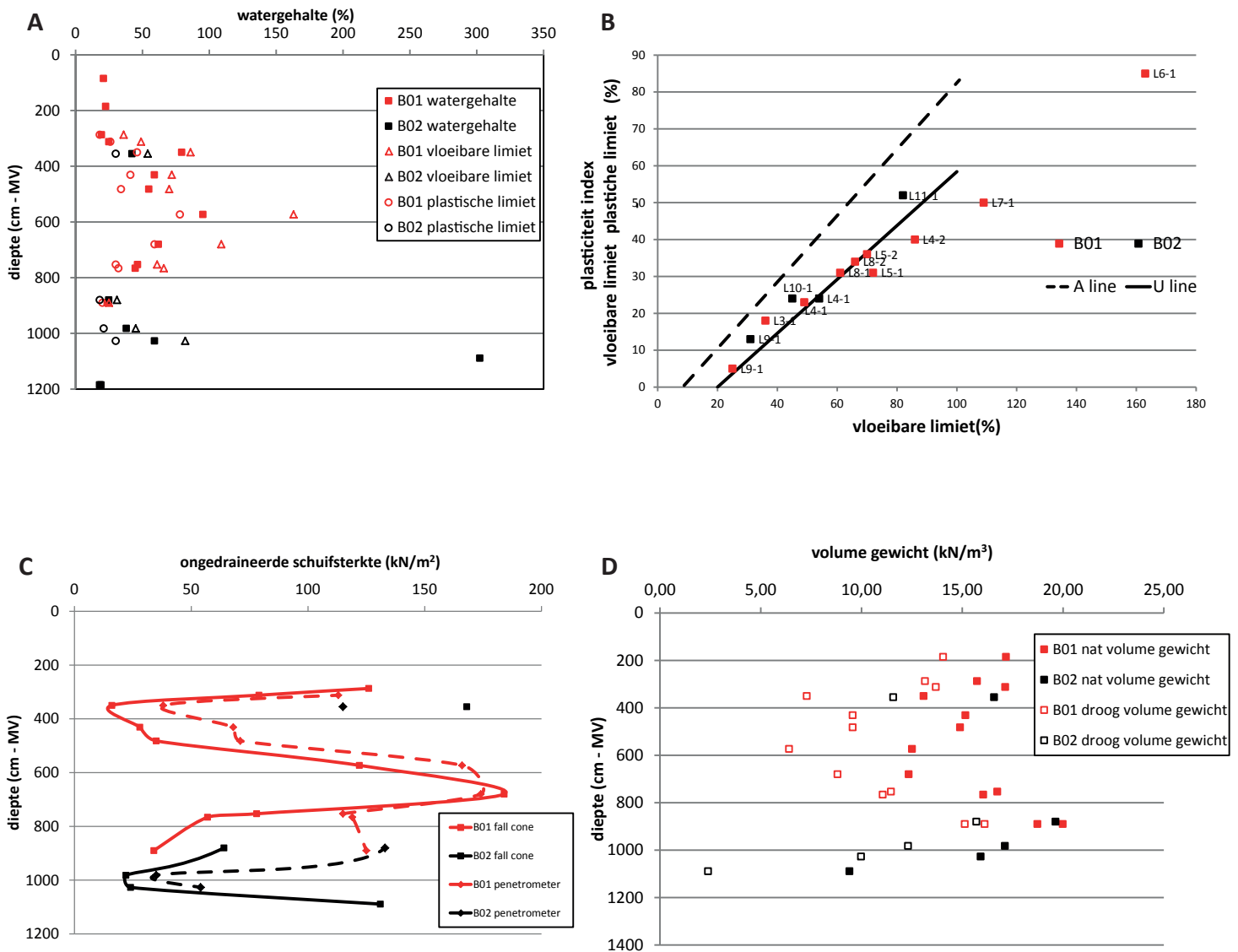


Fig. 56 Geotechnische resultaten. A: verloop van watergehalte, vloeibare limiet en plastische limiet per diepte. B: plasticiteits grafiek. Alle monsters plotten onder de A-lijn en de meeste monsters iets boven de U-lijn. De U-lijn is de bovengrens van de relatie tussen de plasticiteitsindex en de vloeibare limiet voor natuurlijke gronden; de A-lijn scheidt anorganische kleien van anorganische silten en organische gronden. De monsters uit Hogebeintum kunnen op basis van deze figuur worden geclassificeerd als kleien of organische kleien. C: Ongedraineerde schuifsterktewaarden per diepte, geschat met de vallende kegel en de hand-penetrometer. De waarden zijn verschillend maar volgen dezelfde trend. D: variatie in volumegewichten per diepte. Figuur D. Ngan-Tillard.

gezien eerdere studies alleen het effect van snelle belastingen van beperkte duur (slechts een paar jaar) vaststelden.¹³⁰

De mogelijke aantasting van archeologische resten in de monsters uit Hogebeintum door mechanische belasting is onderzocht met behulp van micro-CT-scans (tabel 15) en de al besproken analyse van slijpplaten. De micro-CT-scans tonen een groot aantal artefacten en plantaardige resten uit lagen in het centrale en onderste deel van het terplichaam in 3D (fig. 57). Er is gezocht naar geplette, gefragmenteerde, vervormde en verplaatste of verschoven overblijfselen. Geen van de artefacten en plantaardige of dierlijke resten bleek te zijn geplet. Alleen lichte afvlakking van zachte, holle stengels is opgemerkt. Fragmentatie is wel waargenomen, maar steeds gerelateerd aan breuken tijdens bemonstering. Harde overblijfselen, zoals mestslakken, botten en schelpen, zijn onbeschadigd aanwezig. Hetzelfde geldt voor zaden en stukken houtskool.

Tekenen van oxidatie rond plantenwortels en bioturbatie zijn eveneens zonder vervorming waargenomen, evenals intacte minerale afzettingen van vivianiet of pyriet.

Bij micromorfologisch onderzoek lieten de dikke, organische lagen die in de onderste helft van de terp voorkomen en dus een druk van ca. 120 kPa hebben doorstaan een ongekend goede conservering zien. Niet alleen de plantenresten bleken goed geconserveerd, maar er waren zelfs goed bewaarde resten van verschillende ongewervelde dieren (insect en mijt) aanwezig. Ook bij het botanisch onderzoek werden geen negatieve effecten van de druk waargenomen. De samendrukking heeft kennelijk niet gezorgd voor een sterkere aantasting van plantaardige en dierlijke resten, hoewel dit eerder wel werd vermoed.¹³¹

Naast exceptioneel goed geconserveerde resten van planten en insecten bleken in de diepere terplagen ook makkelijk

130 Zie bijv. Huisman & Ngan-Tillard 2019.

131 Zie Van Kappel 2004.

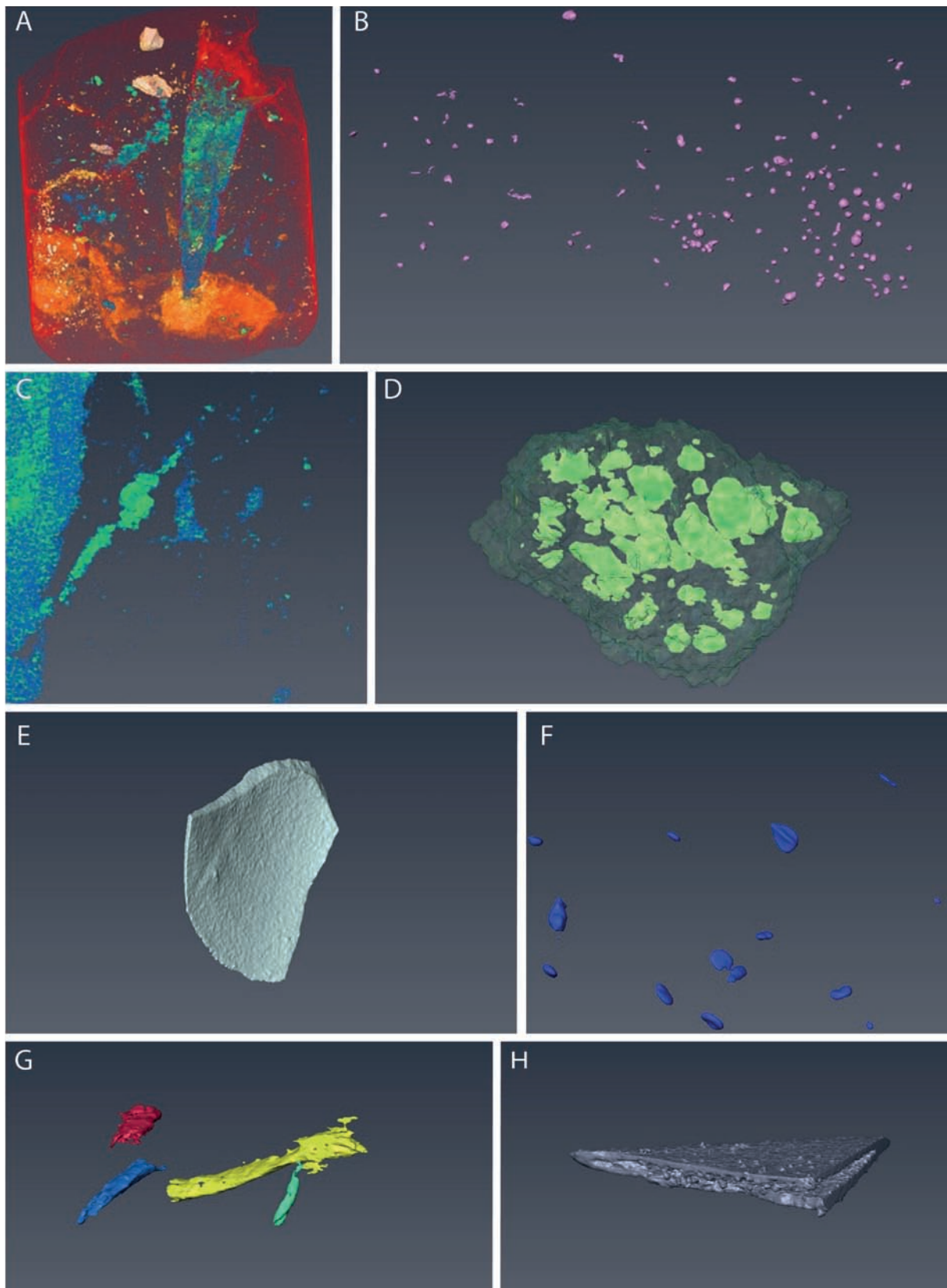


Fig. 57 Selectie van CT-scans die de invloed van samendrukking door het gewicht van bovenliggende terlagen en het kerkgebouw tonen. A. IJzerhuidje rond wortel (lengte 5mm; monster L4-1), B. Pyriet bolletjes (diameter. 0.1-1 mm; micromorfologie-monster 3), C. Bioporie, mogelijk wormgat (lengte 10 mm, diameter 1 tot 5 mm; monster L4-1), D. Silicaslak (mestslak), fragment met holtes, aangegeven in groen, formaat 9.1 x 5.7 x 5.2 mm; monster L6-1), E. Schelpfragment (formaat 19.5 x 16 x 1 mm; monster L8-1), F. Zaden, waaronder een drielobbig zaadje, waarschijnlijk van *Polygonum aviculare* (in het centrum, formaat 1.8x 1.8 x 0.9 mm) en enkele platte zaadjes, waarschijnlijk van *Atriplex patula/prostrata* (formaat 1.2 x 1.2 x 0.3 mm) (micromorfologie-monster 3), G. Diverse stengels (de gele heeft een formaat van 20 x 3.5 x 2 mm; micromorfologie-monster 3); de platte vormen kunnen duiden op samendrukking, waarschijnlijk door de bovenliggende vloer en niet door ophoging die naderhand heeft plaatsgevonden, H. Plat en hol botfragment (formaat 34.7 x 18.7 x 7 mm; monster L5-1). Voor de positie van de monsters in de boorkernen, zie tabel 15. Figuur D. Ngan-Tillard.



Fig. 58 Enkele van de geconserveerde kolommen van steekboring 2 in opslag nadat ze zijn geconserveerd. Foto S. Mantel.

verweerbare chemische verbindingen aanwezig, zoals spherulieten en kristallen van ureum en gips. Dit wijst erop dat deze pakketten niet of nauwelijks beïnvloed zijn door grondwater of regenwater: hier heeft zich een geheel eigen geochemisch bodemmilieu gevormd, afgesloten van de omgeving. Dit is waarschijnlijk mede veroorzaakt doordat het pakket door samendrukking zeer slecht doorlatend is geworden.

Geconcludeerd kan worden dat de druk van meters bodemmateriaal op de dieper gelegen organische pakketten in de terp van Hogebeintum een milieu heeft gecreëerd waarin organische resten en labiele mineralen zeer goed bewaard blijven. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat samendrukking heeft geleid tot (versterkte) degradatie van archeologische resten. Compactie van plantenresten is opgemerkt, maar is niet dusdanig van aard dat er blijvende schade is ontstaan. Vanwege de beperkte breedte van waarnemingen die mogelijk is in boorkernen kunnen nog geen uitspraken worden gedaan over de relatie tussen compactie en het vervormen van bodemlagen.

13 Conservering van de boorkernen (Mantel)

De boorkernen zijn gestoken in pvc-buizen met een lengte van 1 m en een diameter van 10 cm. Van alle gehalveerde kernen is één helft bewaard en naar het laboratorium van ISRIC World Soil Information in Wageningen gestuurd. Het ISRIC heeft ervaring met het conserveren van bodemmateriaal voor haar referentiecollectie die in het *World Soil Museum* tentoon wordt gesteld. Deze collectie omvat ruim 1100 geprepareerde bodemprofielen uit de hele wereld. De gebruikelijke methode voor het nemen van een grondmonster is het steken van een rechthoekige plak bodem uit een profielkuil; deze wordt in een kist getransporteerd en later met een bindmiddel geconserveerd. Het ISRIC heeft de taak op zich genomen ook beide boorkernen uit Hogebeintum te conserveren (fig. 58). Een helft van de serie kernen wordt opgenomen in de referentiecollectie, de andere helft zal het pronkstuk vormen in het nieuw bezoekerscentrum van het Archeologisch Steunpunt in Hogebeintum.

Het prepareren van de boorkernen is een uitdaging, omdat de boorkernen bestaan uit heterogeen bodemmateriaal dat mogelijk verschilt in eigenschappen van doorlatendheid, porositeit, krimpvermogen en structuur. Dit betekent dat er gedurende het proces van luchtdrogen en verlijmen verschillen in reactie van de diverse lagen in de boorkern kunnen optreden. De hierna beschreven werkwijze bij het conserveren van het bodemmateriaal uit Hogebeintum is gebaseerd op de methode voor bodemmonolieten (bodemprofielplakken in een kist), aangepast voor het behandelen van boorkernen.

Na het opmeten van de boorkern met bodemmateriaal zijn foto's gemaakt van elke buis. Op basis van het berekende volume aan bodemmateriaal is de hoeveelheid vloeistof bepaald die nodig is voor het impregneren. Er zijn meerdere lijmen te gebruiken; voor de boorkernen van Hogebeintum is voor een mix van houtlijm en water gekozen. Met een plantenspuit is water op de boorkernen gespoten om te controleren of het materiaal hydrofoob of hydrofiel is, wat van invloed is op de mate waarin de lijmplossing het materiaal kan indringen. Vervolgens is berekend hoeveel vloeistof nodig is voor het impregneren met lijm. Dat is afhankelijk van het volume aan bodemmateriaal in de boorkern en het geschatte volume aan poriën. De lijmveldunning was doorgaans een mix van 25% houtlijm en 75% water. Bij grof materiaal kon dit worden aangepast naar een mengsel met 40% tot 50% houtlijm.

Het lijmmengsel is op de vlakke kant van de boorkern opgebracht met behulp van een kwast, voor een goede verdeling op de boorkern. Toen de vlakke kant was uitgehard is de boorkern met de bolle kant naar boven op een vlak gelegd (met ondersteuning voor eventueel uitstekende artefacten). De halve PVC buis is verwijderd en vervolgens is de lijm op de bolle kant van de halve boorkern aangebracht. Dit is herhaald tot de vloeistof voor 80% was aangebracht. Ter versteviging zijn drie lagen hydrofiel gaas meegelijmd, op de bolle kant van de boorkern met de resterende lijm. Daarna is de kern een aantal dagen met rust gelaten om te drogen. Na uitharding van de lijm is een houten frame met bolling aangebracht dat de ronde kant van de boorkern omvat, met 100% houtlijm. Nadat de lijm tussen het frame en de boorkern was

uitgehard is een houtlijmmix opgebracht met een verfpistool, ter versteviging van de toplaag en de randen. Het prepareren en conserveren van de boorkern was daarmee succesvol afgerond.

14 Discussie (Nicolay)

In de periode tussen het steken van de boorkernen (2015) en de conservering van de helft van beide kernen (2019) zijn de opgeboorde grondlagen en de hieruit afkomstige vondsten en monsters door een team van specialisten bestudeerd en geanalyseerd. Nadat in de vorige paragrafen de resultaten van de individuele onderzoeken zijn gepresenteerd, zullen de belangrijke resultaten in deze discussie worden samengebracht. Eerst worden de aan de archeologische monumentenzorg gerelateerde aspecten besproken, met speciale aandacht voor de conservering van de terplagen en hierin aanwezige archeologische resten. Daarna worden de archeologisch-wetenschappelijke aspecten belicht, met als centrale vraag waarom de terp van Hogebeintum ten opzichte van andere terpen in Noord-Nederland zo uitzonderlijk hoog is.

Archeologische Monumentenzorg

Het onderzoek in Hogebeintum bood goede mogelijkheden om de conservering van het dikke pakket terplagen te onderzoeken, in relatie tot eventuele samendrukking van deze lagen en de hierin aanwezige resten. Door het gewicht van het terplachaam zijn vooral de dieper gelegen terplagen sterk samengedrukt; sterke compactie is ook bij het veen in de ondergrond vastgesteld. De conservering van organische resten hangt direct samen met deze compactie van terplagen, en de mate waarin zuurstof in deze lagen kan doordringen. Vooral in sterk samengedrukte mest- en mestrijke lagen in de onderste helft van het terplachaam is de conservering uitzonderlijk goed. Dit blijkt uit de aanwezigheid van onbeschadigde insecten, uit zaden met nog herkenbaar stuifmeel en uit urine-zuurkristallen, die in slijpplaten zichtbaar zijn (figs. 31-33). Enkele micro-CT-scans tonen dat de negatieve invloed van compactie op archeologische resten vrijwel nihil is: alleen zachte, holle plantenstengels zijn licht samengedrukt (fig. 57). In slijpplaten uit de bovenste terplagen zijn dit soort kwetsbare materialen niet aangetroffen. Waarschijnlijk deels omdat ze daarin nooit aanwezig zijn geweest (vloeren zijn schoner dan mestpakketten), maar ook omdat organisch materiaal is aangetast in de toplagen.

De pakketten van schone en vuile terplagen hoger in het terplachaam zijn minder in elkaar gedrukt, vooral door de aanwezigheid van siltrijke plaggen en plagbrokken. Aardewerk en ook dierlijk botmateriaal uit de bovenste terplagen zijn evengoed geconserveerd als de vondsten uit diepere lagen. Dezelfde indruk geven de terplagen zelf: zowel onderin als hoger in het terplachaam zijn zowel de schone als vuile terplagen uitstekend geconserveerd, zodat plaggen en plagbrokken vaak nog individueel herkenbaar zijn. Een belangrijke waarneming is dat juist in de bovenste helft van de terplagen een pakket uitstekend geconserveerde vloerniveaus is aangetroffen. Binnen deze niveaus waren de vloeren zelf, evenals de

vuilere loopvlakken met huishoudelijk afval en dunne laagjes as, nog vrijwel onaangetast (fig. 36).

In het gehele pakket terplagen zijn pollen matig tot goed geconserveerd (tabel 5); alleen in de onderliggende kwelderlagen en in de top van het veen is de conservering zeer goed. De macroresten tonen een meer wisselend beeld, met een relatief groot aantal resten in de monsters die net boven en uit de organisch-rijke slootvulling zijn genomen (fig. 43: monsters 13-15). Over de conservering van (onedele) metalen is alleen op basis van de archeologische begeleiding door RAAP iets te zeggen. Behalve aardewerk zijn bij deze begeleiding drie zilveren munten uit de 13de en 14de eeuw gevonden. Deze waren redelijk tot goed geconserveerd.

Van een duidelijke oxidatie-reductiegrens is geen sprake. Het al genoemde grondmechanisch onderzoek uit 1988 toonde dat de grondwaterspiegel in het hart van de terp toen ca. 1 m onder maaiveld lag. Ter plaatse van het talud lag de grondwaterspiegel aanzienlijk lager, ca. 3 m onder maaiveld. Op basis van deze gegevens is aan te nemen dat de huidige grondwaterspiegel, en daarmee de oxidatie-reductiegrens, rond de kerktoren ca. 1 tot 2 m onder maaiveld ligt. Dit sluit aan bij de waarneming dat vivianiet in slijpplaten uit alle terplagen onder de verstoorde toplaag voorkomt; dit mineraal kan alleen zijn ontstaan in milieus zonder zuurstof, ofwel in terplagen die zich onder de grondwaterspiegel bevinden.

Aantasting van de bovenste terplagen door de bouw van de kerk en de aanleg van graven beperkt zich hooguit tot de bovenste 1,8 m van het terplachaam. De toplaag bestaat uit vergraven terplagen, uit zand dat bij de bouw van de kerk is aangevoerd en uit puin (baksteen en mortel) van verschillende reparatie- en bouwfasen van de kerk. Het is alleen dit niveau waarin aantasting van organische resten en metalen voorwerpen door oxidatie te verwachten is.

Archeologisch-wetenschappelijke aspecten

De ondergrond van de terp bestaat van beneden naar boven uit pleistoceen dekzand, basisveen en kwelderlagen. De overgang van zand naar veen (^{14}C -datering ca. 3600-3400 v.Chr.; tabel 3) is geleidelijk, zonder sporen van betreding of akkerbouw. Pollen van granen en cultuurvolgers uit de top van het basisveen vormen een aanwijzing voor akkerbouw op de nog niet met veen overgroeide zandgronden verder naar het zuiden (zie fig. 19A-B), vermoedelijk in het midden-neolithicum (ca. 3250-3000 v.Chr.). De overgang van veen naar kwelderlagen is erosief, wat wil zeggen dat de top van het veen is verdwenen. Het pakket kweldersedimenten is deels gelaagd en in een getijdenmilieu afgezet. De top van de kwelder is ter plekke van beide steekboringen vertrapt en bevat huishoudelijk afval (houtschoor en botfragmenten), een aanwijzing dat er in de direct nabijheid op hetzelfde moment gewoond werd. Er zijn geen aanwijzingen dat de top van de kwelder is geploegd voor akkerbouw.

De top van de vertrapte kwelder ligt rond 1 m -NAP en wordt afgedekt door het terplachaam, dat hoofdzakelijk uit de volgende lagen bestaat: vuile terplagen (geleidelijke ophoging van afval dat met opgebracht kwelder materiaal vermengd is geraakt), schone terplagen (bewuste ophoging met kwelder materiaal), opvullagen van voormalige sloten (geleidelijke

opvulling, deels met organisch materiaal/mest) en de al genoemde vloerniveaus. De wijze waarop deze lagen elkaar afwisselen getuigt van een geleidelijke ophoging van het terplichaam gedurende een lange periode van bewoning. Bewuste, snellere ophoging met schone terplagen is alleen in het middelste deel (steekboring 1) en in het bovenste deel (steekboringen 1 en 2) van het terplichaam herkenbaar.

Het ontbreken van een schone terplaag onder in het terplichaam betekent dat het oorspronkelijke kernpodium waarop het eerste huis stond niet is aangeboord. Dit podium moet hebben bestaan uit een ophogingslaag van schone plagen kleibrokken, eventueel in combinatie met mest, rondom vermoedelijk verstevigd door een rand van schuin liggende of netjes gestapelde zoden.¹³² In de eerste generaties van bewoning werd het kernpodium relatief snel uitgebouwd, met schone terplagen en vooral met dikke pakketten mest.¹³³ Dat geen kernpodium is aangeboord, blijkt ook uit de vertrapte top van de kwelder: alléén onder het kernpodium is het oorspronkelijke loopvlak (vrijwel) onaangetast bewaard gebleven. Juist rondom het kernpodium werd veel gelopen en is een vertrapte kwelder te verwachten; dat hierin huishoudelijk afval voorkomt, toont dat het kernpodium of wellicht een ander, jonger podium op korte afstand was gelegen. Ook de aanwezigheid van sterk humeuze, iets mestrijke klei onderin steekboring 2 wijst hierop: dit is de flank van één van de mestlagen waarmee podia werden uitgebouwd. Als een schatting moet worden gemaakt: een (kern-)podium is op een afstand van 5-10 m te verwachten. In figuur 59 is goed te zien dat er een hoogteverschil is tussen de verschillende gedateerde lagen in de boringen 1 en 2. In boring 1 liggen de sloot en de vloerlagen duidelijk lager dan in boring 2; er lijkt dus een aflopende helling te zijn tussen boring 2 en 1. Dat doet vermoeden dat de vroegste podia ten zuiden van boring 2 lagen.

In geen van de boringen zijn huiswanden herkend. Dit is logisch voor de ijzertijd en Romeinse tijd, toen de wanden uit vlechtwerk bestonden dat met een dunne laag leem was aangesmeerd. Deze wanden zijn in een boring vrijwel niet herkenbaar. Huizen uit de vroege middeleeuwen zijn makkelijker te herkennen, omdat deze uit dikke wanden van gestapelde zoden zijn opgebouwd.¹³⁴ Binnen huizen is vaak een opeenstapeling van vloerniveaus zichtbaar, zoals bij de goed geconserveerde zodenhuizen in Leens en Hallum het geval was en in de huizen uit de Romeinse tijd in Leeuwarden-Oldehoofsterkerkhof.¹³⁵ Dergelijke vloerniveaus zijn ook in Hogebeintum herkend. De aanwezigheid van aslaagjes (en het ontbreken van mestlagen) toont dat ze in het woondeel van een boerderij lagen, in de nabijheid van een vuurplaats. De vloerlagen in boring 2 worden in de Merovingische periode gedateerd door de vondst van Hessen-Schortens aardewerk, vrij hoog in het huis (fig. 59). Dit huis moet dus een zodenhuis zijn geweest. De vloerlagen in boring 2 kunnen tot

ditzelfde huis hebben behoord, of tot een ander gebouw. Ook hier is een datering in de Merovingische periode het meest waarschijnlijk.

Dankzij vondsten van aardewerk uit enkele van de terplagen is de groei van het terplichaam globaal in de tijd te plaatsen. De vroegste vondsten zijn scherven van terpaardewerk met een organische magering, waaronder twee wandscherven, die globaal dateren uit de midden-ijzertijd (ca. 500/400 tot 200 v.Chr.). Organisch materiaal uit de onderste terplaag in steekboring 2 levert een overeenkomstige ¹⁴C-datering op: ca. 400-200 v.Chr. (tabel 3). Dat de vroegste bewoning van Hogebeintum ouder is, tonen de losse vondsten die tijdens het afgraven van de terpfanken zijn verzameld. Hieronder bevindt zich terpaardewerk met een hoge hals, kenmerkend voor de vroege ijzertijd (ca. 700-500 v.Chr.).¹³⁶ Dit verschil in datering bevestigt dat in Hogebeintum niet de oudste terplagen zijn aangeboord, maar juist de flank van de ophogingslagen over een podium dat 100 tot 200 jaar ouder is.

De terp bleef vermoedelijk bewoond gedurende de ijzertijd en Romeinse tijd, de perioden waarin terpaardewerk en een scherf versierde *terra sigillata* thuishoren. De terp heeft in de midden-ijzertijd (ca. 200 v.Chr.) en late ijzertijd (begin jaartelling) een hoogte bereikt van respectievelijk 1,5-2 m en 2,5-3 m. In de midden-Romeinse tijd (3de eeuw) was de terp 3,5-4 m hoog. Globaal dezelfde ontwikkeling, met iets afwijkende hoogtes, komt uit de ¹⁴C-dateringen naar voren: een hoogte van minimaal 1 m hoogte rond 190-40 v.Chr., van ca. 3,5 m rond 20-170 n.Chr. en van ca. 4,5 m rond 150-300 n.Chr. (fig. 59). Omgerekend naar NAP gaat het bij de ¹⁴C-dateringen om hoogtes van ca. 0,2, 2,5 en 3,8 m +NAP.

Uit de aangeboorde terplagen is niet op te maken of de terp in de laat-Romeinse tijd is verlaten. Direct boven het niveau uit de Romeinse tijd volgen de vloerlagen uit het huis met Hessens-Schortens aardewerk (6de-7de eeuw), althans wanneer de vloerlagen uit de beide steekboringen tot hetzelfde huis behoren (fig. 59). Dat wijst niet op continue bewoning. Een indirecte aanwijzing voor discontinuïteit vormt de aanleg van het grafveld dat tijdens de afgraving van Hogebeintum is ontdekt: niet alleen het grafveld zelf, maar ook de bijgiften uit de inhumatie- en crematiegraven zijn een nieuw fenomeen dat op de komst van zogenaamde 'Angelsaksen' wijst – vermoedelijk als nieuwe bewoners van een voorheen verlaten woonlocatie.¹³⁷ ¹⁴C-dateringen van crematieresten dateren het grafveld van de 5de eeuw tot in de 8ste of 9de eeuw, dezelfde periode waarin ook de urnen en bijgiften thuishoren.¹³⁸ Als van een bewoningshiaat wordt uitgegaan, is aan te nemen dat de markante verhoging in het landschap vanaf de 5de eeuw opnieuw als woonplaats in gebruik is genomen; de locatie van de steekboringen bleef echter nog zeker een eeuw onbebouwd.

Voordat de eerste tufstenen kerk rond 1100 werd gebouwd, had de terp ter plekke van steekboring 1 een hoogte bereikt van 7,3-7,6 m +NAP (zie tabel 1). Het hoogste punt van het kerkhof ligt met 8,6 m +NAP nog aanzienlijk hoger.

132 Zie bijv. Nicolay 2010, figs. 1.35-36 (Anjum, vroege middeleeuwen). Voor versteviging van de buitenranden kan ook vlechtwerk zijn gebruikt (zie Nieuwhof in voorb.).

133 Zie bijv. Nicolay 2008, figs. 3.41-42 (Leeuwarden, Romeinse tijd).

134 Postma 2015; voor goed geconserveerde zodenhuizen, zie de opgravingen in Leens (Van Giffen 1940) en Hallum (Tuinstra & Veldhuis 2011).

135 Van Giffen 1940 (Leens); Tuinstra & Veldhuis 2011 (Hallum); Nicolay 2008 (Leeuwarden-Oldehoofsterkerkhof)

136 Taayke 2016, 76, fig. 6: nrs. 8-9 (type G1).

137 Boeles 1906; zie ook Boeles 1951, 207 ff.

138 Knol 1993, fig. 13, tabel 4; voor de bijgiften, zie Boeles 1906; Knol 2011. Zie hoofdstuk 5.

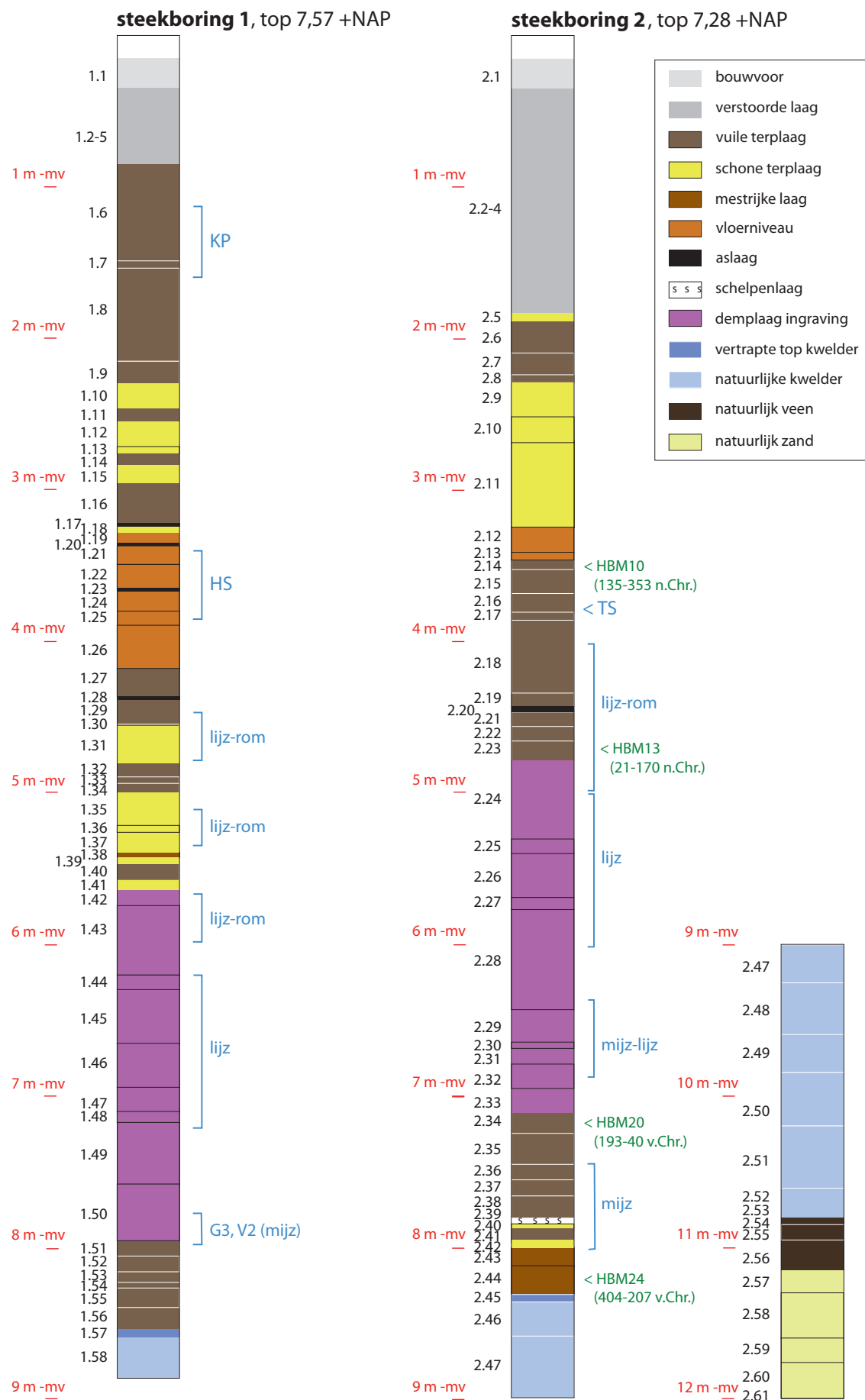


Fig. 59 De locatie van goed en globaal dateerbaar aardewerk (blauw) en van bruikbare ^{14}C -monsters (groen). Afkortingen: KP: kogelpot; HS: Hessens-Schortens aardewerk; lijkz: late ijzertijd; mijz: midden-ijzertijd; rom: Romeinse tijd; TS: terra sigillata. Figuur J.A.W. Nicolay & A. Nieuwhof.

Onduidelijk is in hoeverre de bovenste 1,8 m van boorkern 2, die als ‘verstoorde top laag’ is geïnterpreteerd, uit vergraven terplagen bestaat of uit zand en ander materiaal dat voor de bouw van de kerk is aangevoerd. Als wordt aangenomen dat het vergraven van terplagen buiten de kerkfunderingen minimaal zal zijn geweest, is de uiteindelijke hoogte van de terp vóór de bouw van de kerk ca. 6,5 m geweest (ca. 5,6 m +NAP: hoogste niveau van de terplagen in steekboring 2). De bovenste terplagen in steekboring 1 zijn vanwege het ontbreken van stukjes baksteen en mortel als vuile terplagen geïnterpreteerd (top ca. 6,7 m +NAP), maar kunnen evengoed uit verstoorde grond bestaan die met de bouw van de kerk is opgebracht. In het laatste geval bevond de top van de terp zich voorafgaand aan de kerkbouw op ca. 5,8 m +NAP, wat beter overeenkomt met de hoogte in steekboring 2.

Doorlopende klei- of zandlaagjes, als aanwijzingen voor overstroming van de verhoogde woonplaats, zijn nergens in de boorkernen herkend. Dit sluit aan bij waarnemingen in andere terpen, waar dergelijke laagjes kenmerkend zijn voor lagere delen van de terp. Zo zijn overspoelingslagen in Anjum alleen aangetroffen op de flank van de terp, en als vulling van sloten die in de verschillende fasen van bewoning rondom de woonplaats waren gegraven.¹³⁹ Toch wijst de omzetting van een deel van de al genoemde vivianiet naar pyriet in de onderste terplagen op een zoet milieu (op de terp) dat tijdelijk was beïnvloed door zeewater – vermoedelijk tijdens een periode van overstroming, toen de terp nog laag was.

De analyse van pollen en plantaardige macroresten toont dat het landschap rond de terp uit een kweldervegetatie bestond, die duidelijk was beïnvloed door de mens. Uit de pollenmonsters komt een beeld naar voren van uitgestrekte kwelders waar weide- en hooilanden en ook akkers lagen. Dit beeld wordt versterkt door de macroresten, met aanwijzingen voor beweide kwelder en akkers. De gewassen die rondom de terp werden verbouwd, bestonden in elk geval uit gerst, emmertarwe en vlas. Daarnaast is mogelijk zwarte mosterd verbouwd. Zoals gebruikelijk bij een gemengd boerenbedrijf werden ook huisdieren gehouden: runderen, schapen en/of geiten en varkens. Vanaf de ijzertijd werd er ook gevestigd en werden schelpdieren (met name mosselen) verzameld; vanaf de Romeinse tijd zijn er aanwijzingen voor de jacht op vogels. Eén van de vuile terplagen in het bovenste deel van steekboring 2 (laag 2.7-8) lijkt in de slijpplaat sterk op een akker- of tuinlaag. Hoewel archeologisch weinig informatie voorhanden is over de ligging van akkers en tuinen op terpen, is de aanwezigheid van tuinen op woonerven zeer aannemelijk. De vuile terplagen waartoe deze laag behoort, zijn te dun voor de nog te bespreken middeleeuwse transformatie van de terperderzetting in een akkerterp.

In een boomloos kwelderlandschap vormde gedroogde mest de belangrijkste brandstof voor het verwarmen van woningen, het koken, het bakken van brood en de productie van aardewerk. Verspreid over de boorkernen zijn kleine stukjes verglaasd materiaal aangetroffen, die als mestslak zijn te interpreteren. Interessant is dat minuscule stukjes mestslak ook zijn herkend in de aslaagjes die tussen de vloerniveaus

zijn ingesloten, een bevestiging dat het haardvuur binnen de boerderij met gedroogde mest werd gestookt.

Zelfs als de hoogte van het kerkhof niet wordt meegerekend, heeft de terp gedurende de ijzertijd, Romeinse tijd en vroege middeleeuwen een uitzonderlijke hoogte van ca. 6,5 m bereikt – terwijl veel andere terpen in Noord-Nederland maximaal 2 tot 5 m hoog zijn. Eerder in dit hoofdstuk is Foudgum als parallel aangehaald. Daar was in de Romeinse tijd een steile ‘kernterp’ aanwezig (als uitbouw van het feitelijke kernpodium), met een hoogte van 3,5 m (fig. 4). Deze terp is vervolgens vooral aan de flanken uitgebouwd en bereikte aan het einde van de vroege middeleeuwen een uiteindelijke hoogte van ca. 4,5 m. Een zelfde situatie is waargenomen tijdens het steilkantonderzoek in Jelsum, eveneens in Oostergo: één of meer podia uit de ijzertijd zijn in de Romeinse tijd sterk opgehoogd, tot een steile kernterp met een hoogte van 2 m. In de vroege middeleeuwen is de terp vooral naar de flanken uitgebouwd; de uiteindelijke hoogte (inclusief recente bouwvoor) op korte afstand van het kerkhof is 2,7 m. De situatie in Hogebeintum is tot aan het einde van de Romeinse tijd gelijk, als de terp een ‘normale’ hoogte van rond de 4,5 m heeft bereikt. Dat hier van een relatief kleine en steile kernterp sprake was, is gezien de ontwikkeling van Firdgum en Jelsum zeer aannemelijk.

Bijzonder aan Hogebeintum is dat ophoging van de terp ná de Romeinse tijd werd doorgezet, waarbij nog eens 2 m aan terplagen is opgebracht. Dit betekent dat de terp niet in de Romeinse tijd, zoals hierboven verondersteld, maar pas in de vroege middeleeuwen zijn opvallende hoogte bereikte. Het moment van ophoging binnen de vroege middeleeuwen is op basis van de huidige gegevens niet exact vast te stellen, maar dat gebeurde waarschijnlijk nadat het aangeboorde huis werd afgebroken. Onduidelijk is of deze ophoging samenhangt met een bijzondere status van de nederzetting, als uitdrukking van zo’n status tegenover andere, lagere terpen. Zeker is wel dat Hogebeintum in de vroege middeleeuwen niet in één keer is opgehoogd, maar geleidelijk met steeds nieuwe lagen zijn vroegmiddeleeuwse hoogte bereikte.

De Merovingische periode, waartoe ook de vloerlagen behoren, is de periode dat op de terp een dame woonde die de gouden en zilveren mantelspeld droeg, voordat deze samen met een kralensnoer en zilveren ringen op de terpf flank werd begraven (fig. 7). In tegenstelling tot de mantelspeld uit Wijnaldum is deze speld echter niet als ‘koninklijk’ te beschouwen; de draagster is hooguit tot een lid van de regionale elite te rekenen.¹⁴⁰ Opvallend is dat de terp van Wijnaldum in de Merovingische periode niet hoger reikte dan ca. 2,5-3 m (ca. 2 m +NAP), een aanwijzing dat terphoogte en sociale status van de bewoners niet direct met elkaar samen hoeven te hangen.¹⁴¹

Uit de jongere terplagen komen twee scherven kogelpot-aardewerk die ná ca. 750 n.Chr. zijn te dateren. De grens tussen lagen uit de Merovingische en die uit de Karolingische periode is niet met zekerheid aan te geven. De vele plagbrokken

¹⁴⁰ Voor de ‘sociale status’ van de mantelspelden uit Wijnaldum en Hogebeintum, zie Nicolay 2014, 289-290.

¹⁴¹ Voor de hoogte van Wijnaldum, zie Bos & Gerrets 1999, fig. 2 (de hoogtes zijn na reconstructie van de geërodeerde top van de terp).

¹³⁹ Nicolay 2010, 99, figs. 3.26-27.



Fig. 60 Het steilkantonderzoek in Oosterbeintum in de zomer van 2011, met een sleuf door het centrale deel van de terp. Foto © Rijksuniversiteit Groningen, Groninger Instituut voor Archeologie.

uit het pakket schone terplagen bóven de vloerniveaus wijzen op doorgaande bewoning ter plaatse. Wellicht gaat het om de restanten van neergehaalde en geëgaliseerde zodenwanden. Alleen het bovenste deel van de terplagen in steekboring 1 is duidelijk homogener; deze 'vuile terplagen' zouden heel goed akkerlagen kunnen zijn. Uiteindelijk bereikte de terp zoals gezegd een hoogte van tenminste 6,5 m, voordat de toplagen bij de bouw van de kerk werden aangebracht. Er zijn uit Hogebeintum geen vondsten uit de Karolingisch-Ottoonse periode bekend die met een bijzondere status van de bewoners samenhangen en zo een verklaring voor de extra ophoging van de terp in deze periode kunnen geven. Vooralsnog blijft de vraag waarom de terp uit Hogebeintum in de vroege middeleeuwen zo'n uitzonderlijke hoogte bereikte dan ook onbeantwoord.

Ook blijft onduidelijk vanaf wanneer Hogebeintum en het omliggende landschap hun karakteristieke, radiaire structuur hebben gekregen. Bijzonder is dat deze structuur gedurende de late middeleeuwen behouden bleef, toen boerderijen van het centrale deel van de terp naar de flanken verschoven. Deze ontwikkeling van 'terpnederzetting' naar 'akkerterp' wordt op basis van waarnemingen in andere terpen vanaf het midden van de 9de eeuw gedateerd, zodat de vier boerderijen die in de 19de eeuw nog op de terpf flank stonden (fig. 2) als eindpunt

van een in de middeleeuwen beginnend proces van opschuivende bewoning kunnen worden beschouwd. De functie van Hogebeintum als akkerterp blijkt wellicht uit de homogene terplagen boven in het terplichaam, die in dat geval vanaf ca. 850 zijn te dateren. De meeste akkerlagen zullen bij de bouw en latere reparaties van de kerk echter verstoord zijn geraakt, waardoor ze in de boringen niet meer herkenbaar zijn. De stichting van de kerk rond 1100 vormde het moment dat het centrale deel van de terp na ca. 250 jaar opnieuw als woonplaats in gebruik werd genomen. Dit proces van dorpsvorming leidde samen met de latere winning van terpaarde tot het huidige aanzicht van Hogebeintum, als meest imposante terp van Friesland.

Een vergelijking met Oosterbeintum

Hogebeintum (in de 10de eeuw '*Westerbintheim*') is de buurnederzetting van het oostelijker gelegen Oosterbeintum ('*Osterbinehheim*'). Terwijl Hogebeintum met slechts enkele boringen is onderzocht, kon in Oosterbeintum een uitgebreid steilkantonderzoek worden uitgevoerd. In 2011 werden de steile taluds van het grotendeels afgegraven Oosterbeintum opgeschoond om lange doorsneden van het terplichaam te kunnen bestuderen. In het centrale deel van het terprestant is één lang profiel onderzocht (fig. 60); van de westelijke terp-



Fig. 61 Twee profielopnamen van het steilkantonderzoek in Oosterbeintum. Boven: meer en minder humeuze terplagen (deels in voormalige sloten en kuilen) van huispodia uit de Romeinse tijd in het centrale deel van de terp; de sporen worden doorsneden door een recentere ingraving met een rode drainagebuis. Onder: een dik pakket van drie vermoedelijke akkerlagen uit de Karolingisch-Ottoonse periode en late middeleeuwen op de westelijke flank van de terp; de bovenste laag is de moderne bouwvoor. Lengte jalons 2 m. Foto's © Rijksuniversiteit Groningen, Groninger Instituut voor Archeologie.

flank resteerde een hoekige flank, waarvan enkele profielen zijn bestudeerd. Het is interessant hier de ouderdom, opbouw en ruimtelijke ontwikkeling van Oosterbeintum kort te schetsen en deze met de boorgegevens van Hogebeintum te vergelijken, vooruitlopend op de publicatie van dit steilkantonderzoek.

Bewoning in Oosterbeintum gaat terug tot de midden-ijzertijd (ca. 500-200 v.Chr.). Er zijn geen scherven uit de 6de eeuw v.Chr. gevonden, zodat de nederzetting enkele generaties later lijkt te zijn gesticht dan Hogebeintum. Ook in Oosterbeintum is geen kernpodium aangesneden. Wel zijn in

de profielen een oud loopvlak, een drenkplaats voor vee en een akker (fig. 5) uit de vroegste bewoningsfase herkend, op een diepte van ca. 1,1-1,2 m -NAP. Opmerkelijk is dat deze sporen worden afgedekt door een tot maar liefst 80 cm dik pakket kweldersediment; wat er tijdens de overstromingen die deze afzettingen achterlieten gebeurde met het vroege podium weten we niet. Aannemelijk is dat deze locatie tijdelijk werd verlaten, simpelweg omdat de kwelder rond het podium te frequent overstroomde om hier te kunnen blijven wonen. Hernieuwde bewoning was er weer in de late ijzertijd; toen werden binnen het centrale deel van de latere terp en-



Fig. 62 Twee laatmiddeleeuwse kogelpotten in een waterput op de westelijke flank van de terp Oosterbeintum, een aanwijzing dat de woonerven in deze periode langs de randen van een 'akkerterp' lagen. Foto © Rijksuniversiteit Groningen, Groninger Instituut voor Archeologie.

kele huispodia opgeworpen. Deze groeiden al in de Romeinse tijd aan elkaar vast, zodat in de 3de eeuw een kernterp met een (afgetopte) hoogte van 1,2 m vorm had gekregen (fig. 61). Deze was vrij steil, vergelijkbaar met de situatie in Foudgum en Jelsum. Geen van de bewoningslagen is in de laat-Romeinse tijd te dateren, zodat is aan te nemen dat ook deze terp na de 3de eeuw was verlaten.

De jongere, middeleeuwse lagen zijn vooral aan de flank van de terp aanwezig, wat past bij het beeld van een kernterp die in de middeleeuwen zijwaarts werd uitgebouwd. De middeleeuwse lagen dateren van de 5de tot de 11de of 12de eeuw en bereiken een totale dikte van ca. 2 m. De lagen uit de Merovingische periode (5de-7de eeuw) liggen dakpansgewijs tegen de buitenzijde van de Romeinse lagen, opnieuw vergelijkbaar met de situatie in Foudgum en Jelsum. Op de flank van de terp uit deze periode is een grafveld aangelegd, dat ook hier met de komst van 'Angelsaksen' samenhangt.¹⁴² De graven dateren uit de 5de-8ste eeuw en wijzen op hergebruik van de voormalige, als verhoging zichtbare woonplaats door deze nieuwe bewoners.

De Karolingisch-Ottoonse lagen zijn vooral op de terpflank aanwezig en bestaan daar uit dikke, vrij homogene lagen die vermoedelijk als oude akkerniveaus zijn te interpreteren (fig. 61). Kenmerkend voor de terpflank zijn verder waterputten met een datering in de Karolingisch-Ottoonse periode (8ste-10de eeuw) en de late middeleeuwen (11de-12de

eeuw; fig. 62). Deze waterputten tonen dat de terpflank vanaf de 8ste of 9de eeuw werd bewoond. Dat de waterputten uit deze periode op dezelfde plek liggen als die uit de late middeleeuwen, vormt een belangrijke aanwijzing dat woonerven op de terpflank enkele eeuwen (min of meer) plaatsvast waren. Waterputten uit de middeleeuwen zijn in het centrale deel van de terp volledig afwezig, een bevestiging van de aanname dat de voormalige terpnederzetting uit de ijzertijd en Romeinse tijd toen grotendeels als akkerterp in gebruik was. Op de kadastrale kaart uit 1832 staan op de noordelijke terpflank nog drie boerderijen, binnen een radiaire verkaveling; zij vormden het eindpunt van een proces van opschuivende boerderijen dat in Oosterbeintum vooral in de 8ste-10de eeuw tot een sterke zijwaartse uitbouw van het terplichaam heeft geleid.¹⁴³

De geschetste ontwikkeling sluit voor de ijzertijd en Romeinse tijd goed aan bij het beeld dat uit het booronderzoek in Hogebeintum naar voren komt: een kernpodium en enkele jongere podia groeiden uit tot een kernterp, die zich in het centrale deel van het terplichaam bevindt. In de vroege middeleeuwen is op beide locaties echter een verschillende ontwikkeling zichtbaar. Terwijl de terp van Hogebeintum in de Merovingische periode verder werd opgehoogd en zeker ook naar de zijanten zal zijn uitgebouwd, groeide de terp van Oosterbeintum na de Romeinse tijd vooral zijwaarts. In de Karolingische periode hield de ontwikkeling weer gelijke

¹⁴² Knol *et al.* 1996a; 1996b.

¹⁴³ Zie www.hisgis.nl.

tred: de woonerven schoven op naar de sterk opgehoogde terpfanken, terwijl het centrale deel van de terp als akker in gebruik werd genomen. De woonerven op de terpfanken bleven tot in de 11de of 12de eeuw bewoond, waarna de aanleg van zeeverende dijken het mogelijk maakte enkele van de boerderijen naar de voormalige kwelder te verplaatsen.

15 Conclusie (Nicolay)

De terp van Hogebeintum is een markant punt in het Friese landschap en een van de bekendste terpen van Noord-Nederland. Wat we weten over de ouderdom, opbouw en verdere geschiedenis van deze terp was lange tijd gebaseerd op waarnemingen die tijdens de commerciële afgraving van de terp zijn gedaan, en op de veelal losse vondsten die toen zijn verzameld. Het zetten van twee steekboringen naast de kerktoeren bood de kans de gelaagdheid van de terp in detail te bestuderen. Duidelijk is geworden dat de terp teruggaat tot de ijzertijd en al in de Romeinse tijd een hoogte van ruim 4 m bereikte. In tegenstelling tot andere terpen werd de terp in de vroege middeleeuwen niet alleen naar de flanken uitgebouwd, maar ook in de hoogte – tot deze woonplaats een uiteindelijke hoogte van minstens 6,5 m bereikte. Waarom de terp zo hoog is, blijft een nog onbeantwoorde vraag. Wel is duidelijk dat de terp een agrarische nederzetting binnen een intensief geëxploiteerde kwelder vormde, totdat de terp zelf als akkerareaal in gebruik werd genomen. Nu een groot deel van de terp is afgegraven, vormen alleen het centrale terpresant, de hoge toegangswegen, de boerderijen op de terpfank en de radiaire verkaveling blijvende herinneringen aan een bijzondere geschiedenis. Die geschiedenis kan straks in het bezoekerscentrum aan de hand van een 9 m lange boorkern verteld worden.

Over de auteurs

Johan Nicolay (Rijksuniversiteit Groningen/Groninger Instituut voor Archeologie (RUG/GIA)/Terpencentrum), Gilles de Langen (Provincie Fryslân, RUG/GIA/Terpencentrum), Jos Stöver (RCE), Gerard Aalbersberg (RUG/GIA/Terpencentrum, Agea-advies, Salisbury Archeologie), Gregory Bahlen (TU Delft), Marco Bakker, (RUG/GIA/Terpencentrum) Hans Huisman (RCE), Stephan Mantel (ISRIC World Soil Information, Wageningen), Annet Nieuwhof (RUG/GIA/Terpencentrum), Dominique Ngan-Tillard (TU Delft), Wietske Prummel (RUG/GIA/Terpencentrum), Patrice de Rijk (zelfstandig onderzoeker), Mans Schepers (RUG/Kenniscentrum Landschap en Terpencentrum), Theun Varwijk (RUG/GIA/Terpencentrum) en Peter Vos (TNO, Deltares).

Contactgegevens: j.a.w.nicolay@rug.nl.

Literatuur

- Aalbersberg, G., 2015: *Verslag booronderzoek Hogebeintum*. Ongepubliceerd.
- Arnolds, E. & E. van der Maarel, 1979: De oecologische groepen in de Standaardlijst van de Nederlandse flora 1975. *Gorteria* 9, 303-312.

- Banga, W.A., 1990: Werken aan kerken. In: *Keppelstok*, Publicatie 41, december 1990, 236-240 (= Publikatieband Stichting Alde Fryske Tsjerken 4, Leeuwarden). Leeuwarden.
- Bakker, M. & T.W. Varwijk, 2016: Een verhaal over trends en continuïteit: aardewerkonderzoek nieuwe stijl toegepast op het aardewerk van Jelsum. In: A. Nieuwhof (red.). *Van Wierhuizen tot Achlum. Honderd jaar archeologisch onderzoek in terpen en wierden* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 98), Groningen, 181-206.
- Bantelmann, A., 1975. *Die frühgeschichtliche Marschensiedlung beim Elisenhof in Eiderstedt*. Frankfurt.
- Berg, H. van den, 1981: *De Nederlandse Monumenten van Geschiedenis en Kunst. Geïllustreerde Beschrijving uitgegeven vanwege de Rijkscommissie voor de Monumentenbeschrijving. De Provincie Friesland. Noordelijk Oostergo. Deel I: de Gemeente Ferwerderadiel*. 's Gravenhage.
- Besteman, J.C., J.M. Bos, D.A. Gerrets, H.A. Heidinga & J. de Koning (red.), 1999: *The excavations at Wijnaldum* (= Reports on Frisia in Roman and Medieval times 1). Rotterdam/Brookfield.
- Bijlsma, R.G., F. Hustings & C.J. Camphuysen, 2001: *Algemene en schaarse vogels van Nederland* (= Avifauna van Nederland 2). Haarlem/Utrecht.
- Boeke, R., 1966: *Hogebeintum en zijn kerk*. Drachten.
- Boeles, P.C.J.A., 1906: De opgravingen in de terp te Hogebeintum. *De Vrije Fries* 20, 391-430.
- Boeles, P.C.J.A., 1951 (2de druk): *Friesland tot de elfde eeuw. Zijn vóór- en vroege geschiedenis*. 's-Gravenhage.
- Bos, J.M., 1995: *Archeologie van Friesland*. Utrecht.
- Bos, J.M. & D.A. Gerrets, 1999: The erosion of the Wijnaldum-Tjitsma terp: Aspects of cultural heritage management. In: J.C. Besteman, J.M. Bos, D.A. Gerrets, H.A. Heidinga & J. de Koning (red.), *The excavations at Wijnaldum*, Rotterdam/Brookfield, 23-31.
- Brönnimann, D., K. Ismail-Meyer, Ph. Rentzel, C. Pümpin & L. Lisá, 2017a: Excrements of Herbivores. In: C. Nicosia & G. Stoops (red.), *Archaeological soil and sediment micromorphology*, Oxford, 55-66.
- Brönnimann, D., K. Ismail-Meyer, Ph. Rentzel, C. Pümpin & N. Égüez, 2017b: Excrements of Omnivores and Carnivores. In: C. Nicosia & G. Stoops (red.), *Archaeological soil and sediment micromorphology*, Oxford, 67-82.
- Canti, M.G. & J.E. Brochier, 2017: Faecal spherulites. In: C. Nicosia & G. Stoops (red.), *Archaeological soil and sediment Micromorphology*, Oxford, 51-54.
- Carmiggelt, A., 2000: *Begraven op de terpen in Ferwerderadiel. Het dodenbestel in middeleeuws Fryslân, 400-1200*. Abcoude.
- Colenberg, J., 2016: *A micromorphological analysis of the cultural layers beneath castle Keverberg, Limburg, the Netherlands* (= MSc Scriptie, Vrije Universiteit). Amsterdam.
- Colenberg, J. & D.J. Huisman, 2018: Micromorfologie: een herinterpretatie van vloer- en woonniveaus. In: J.A.W. Nicolay (red.), *Huisplaatsen in De Onlanden. De geschiedenis van een Drents veenweidegebied* (= Groningen Archaeological Studies 34), Groningen, 212-233.
- Davis, M. J., K.L.A. Gdaniec, M. Brice & L. White, 2004: *Mitigation of construction impact on archaeological remains*. Londen.
- Dijk, J. van, 1993: *Van Beijntum, Bolleholle en Keallesturt. Bijzonderheden omtrent de geschiedenis van het dorp Hogebeintum*. Nunspeet.
- Dijkstra, L., 1992: *Hogebeintum. Kerk en Terp*. Wanswerd.

- Dragendorff, H., 1895. *Terra Sigillata. Ein Beitrag zur Geschichte der griechischen und römischen Keramik*. Bonn.
- Dronke, E.F.J., 1844: *Traditiones et antiquitates Fuldensis*. Fulda.
- Galestin, M.C. & T.B. Volkers 1992: *Terpen en terpvondsten in Friesland*. Groningen.
- Geel, B. van, 1978: A palaeoecological study of Holocene peat bog sections in Germany and the Netherlands, based on the analysis of pollen, spores and macro- and microscopic remains of fungi, algae, cormophytes and animals. *Review of Palaeobotany and Palynology* 25, 1-120
- Gent, J.T. van, 2015: Pathologieën en werktuigen: het dierlijk botmateriaal. In: J.B. Hielkema (red.), *Nederzettingssporen op de kwelder. Haak Noord, vindplaats 1: Marssum-It Aldlân, gemeente Menaldumadeel*. (= RAAP-rapport 2997), Weesp, 145-175.
- Giffen, A.E. van, 1940: Een systematisch onderzoek in een der Tuinsten wierden te Leens. *Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek* 20-24, 26-115.
- Goldberg, P & R.I. Macphail, 2006: *Practical and theoretical geoarchaeology*. Oxford.
- Halbertsma, H., 1963: *Terpen tussen Vlie en Eems. Een geografisch-historische benadering*. Groningen.
- Heemstra, J. & J.W. Sip, 1988: *Terp te Hoge Beintum. Analyse van vervormingen en advies met betrekking tot verbetering*. Delft.
- Heiden, H. van der, J.W. de Kort, J. van Doesburg, J. Stöver & B. van Os, 2018: *Booronderzoek op de top van de hoogste terp van Nederland. De dorpsterp van Hogebeintum* (= Beknopte Rapportage Archeologische Monumentenzorg 29), Amersfoort.
- Hielkema, J.B., 2016: *Een nieuwe fundering voor de toren bij de Hervormde Kerk te Hegebeintum. Gemeente Ferwerderadiel* (= RAAP-rapport 3183), Weesp.
- Hoeve, S. ten, 1986: *De kerk van Hogebeintum* (= Monument van de Maand I, deel 4), Leeuwarden.
- Huisman, D.J., 2010: Micromorfologisch onderzoek. In: J. van Doesburg, A. Muller & J. Schreurs (red.), *Land van melk en honing? Waardstellend archeologisch onderzoek (februari – juli 2006) naar Middeleeuwse veenterpen in de Peizer- en Eeldermeden (gem. Noordenveld) in het kader van inrichting en beheer van het archeologische monument Peizermeden* (= Rapportage Archeologische Monumentenzorg 178), Amersfoort, 105-109.
- Huisman, D.J., 2012: Deep Impact: What happens when archaeological sites are built over? *Conservation and Management of Archaeological Sites* 14, 60-71.
- Huisman, D.J., 2015: Terplagen en verbrande mest onder de loep: micromorfologisch onderzoek op een terpfank. In: J.A.W. Nicolay & G.J. de Langen (red.), *Graven aan de voet van de Achlumer dorpsterp. Archeologische sporen rondom een terpnederzetting* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 97), Groningen, 69-81.
- Huisman, D.J., F.J.H. Vermeulen, J. Baker, A. Veldkamp, S.B. Kroonenberg & G.Th. Klaver, 1997: A geological interpretation of heavy metal concentrations in soils and sediments in the southern Netherlands. *Journal of Geochemical Exploration* 59, 163-174.
- Huisman, D.J., J. Bouwmeester, G. de Lange, Th. van der Linden, G. Mauro, D. Ngan-Tillard, M. Groenendijk, T. de Ridder, C. van Rooijen, I. Roorda, D. Schmutzhart & R. Stoevelaar, 2011: *De invloed van bouwwerkzaamheden op archeologische vindplaatsen*. <<https://cultureelerfgoed.nl/sites/default/files/publications/de-invloed-van-bouwwerkzaamheden-op-archeologische-vindplaatsen-incl-schematische-beslisboom.pdf>>
- Huisman, D.J. & D. Ngan-Tillard 2019: Archeologie onder druk. Is behoud in situ mogelijk onder ophogingen? *Archeologie in Nederland* 3/1, 2-9.
- Hullegie, A.G.J. & W. Prummel, 2015: Dieren op en rond de Achlumer terp. In: J.A.W. Nicolay & G.J. de Langen (red.), *Graven aan de voet van de Achlumer dorpsterp. Archeologische sporen rondom een terpnederzetting* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 97), Groningen, 134-159.
- Hullegie, A.G.J. & W. Prummel, 2019: Dieren uit Arkum. veeteelt op veen en klei-op-veen. In: M. Bakker & G. de Langen (red.), *Opgraving Tjerkwerd-Arkum. ontginning en hergebruik van een later verdwenen (klei-op-)veengebied* (= Grondsporen 46), Groningen, 177-208, 375-376.
- Hurk, Y. van den, 2013: *Archeozoölogie verslag Oosterbeintum [vroege] middeleeuwen* (= studentenverslag GIA/RUG), Groningen.
- Kappel, K. van, 2004: *Ondergedekt verleden, het effect van kunstmatige ophogingen op archeologische vindplaatsen in het noordelijke mariene gebied in Nederland* (= afstudeerscriptie Universiteit Wageningen). Wageningen.
- Knol, E., 1993: *De Noordnederlandse kustlanden in de Vroege Middeleeuwen*. Groningen.
- Knol, E., 2011: The first early medieval cemeteries along the northern Dutch coasts and their significance for the Anglo-Saxon migration. In: T.A.S.M. Panhuysen (ed.), *Transformations in North-Western Europe (AD 300-1000). Proceedings of the 60th Sachsensymposium 19.-23. September 2009 Maastricht* (= Neue Studien zur Sachsenforschung 3), Hannover, 218-227.
- Knol, E., W. Prummel, H.T. Uytterschaut, M.L.P. Hoogland, W.A. Casparie, G.J. de Langen, E. Kramer & J. Schelvis, 1996a: The early medieval cemetery of Oosterbeintum (Friesland). *Palaeohistoria* 37/38, 245-416.
- Knol, E., W. Prummel, H.T. Uytterschaut, M.L.P. Hoogland, W.A. Casparie, G.J. de Langen, E. Kramer & J. Schelvis, 1996b: Het vroeg-middeleeuwse grafveld van Oosterbeintum (= *Jaarverslagen Vereniging voor Terpenonderzoek* 73-74), Groningen.
- Kroft, P. van der, 2017: *Plangebied bezoekerscentrum Hegebeintum. Gemeente Ferwerderadiel. Archeologisch vooronderzoek: een bureauonderzoek en verkennend onderzoek* (= RAAP-notitie 5820). Weesp.
- Langen, G.J. de, 1989: Verslag van de secretaris over 1988. *Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek* 66-72, 142-149.
- Langen, G.J. de, 1992: *Middeleeuws Friesland. De economische ontwikkeling van het gewest Oostergo in de volle Middeleeuwen*. Groningen.
- Langen, G.J. de & J.A. Mol, 2016: Terpenbouw en dorpsvorming in het Friese kustgebied tussen Vlie en Eems in de volle middeleeuwen. In: A. Nieuwhof (red.), *Van Wierhuizen tot Achlum, Honderd jaar archeologisch onderzoek in terpen en wierden* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 98), Groningen, 99-128.
- Langen, G.J. de & J.A. Mol, 2017: Church Foundation and Parish Formation in Frisia in the Tenth and Eleventh Centuries: a Planned Development? *The Medieval Low Countries. An Annual Review* 4, 1-55.
- Langen, G.J. de & P.N. Noomen 1996: Begraafplaatsen, kerken en oud-kerkhoven. In: G.J. de Langen, J.A. Mol, P.N. Noomen & L. Oldersma (red.), *Verborgten verleden belicht. Introductie tot het historische en archeologische archief van Friesland*, Leeuwarden, 24-25.

- Langen, G.J. de & H.T. Waterbolk, 1989: De archeologie van Ezinge. De nederzettingen- en onderzoeksgeschiedenis van een Gronings terpdorp. *Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek* 66-72, 78-111.
- Macphail, R. I., & J. Crowther, 2006: *Spitalfields: microstratigraphy (soil micromorphology, microprobe, chemistry and magnetic susceptibility)* (= unpublished Report for Museum of London Archaeological Service), Londen.
- Meer, D.J. van der, 1991: Torens, torenval en torenbouw. *Keppelstok* (= Publikatie 42), Band 5 VI-246/259.
- Milek, K.B., 2012: Floor formation processes and the interpretation of site activity areas: An ethnoarchaeological study of turf buildings at Thverá, northeast Iceland. *Journal of Anthropological Archaeology* 31, 119-137.
- Ngan-Tillard, D., J. Dijkstra, W. Verwaal, A. Mulder, D.J. Huisman & A. Müller, A., 2015: Under pressure: A laboratory investigation into the effects of mechanical loading on charred organic matter in archaeological sites. *Conservation and Management of Archaeological Sites*, 17/2, 122-142.
- Nicolay, J.A.W., 2008: Sporen van gebouwen en woonerven uit de Romeinse tijd, de Volksverhuizingstijd en de Vroege-Middeleeuwen. In: J. Dijkstra & J.A.W. Nicolay (red.), *Een terp op de schop. Archeologisch onderzoek op het Oldehoofsterkerkhof te Leeuwarden* (= ADC Monografie 3), Amersfoort, 43-98.
- Nicolay, J.A.W., 2010: De nederzettingssporen en hun fasering. In: J.A.W. Nicolay (red.), *Terpbewoning in oostelijk Friesland. Twee opgravingen in het voormalige kweldergebied van Oostergo* (= Groninger Archaeological Studies 10), Groningen, 94-131.
- Nicolay, J.A.W., 2014: *The splendour of power. Early Medieval kingship and the use of gold and silver in the southern North Sea area (5th to 7th century AD)* (= Groninger Archaeological Studies 28). Groningen.
- Nicolay, J.A.W., 2015: Sporen op de terpfank en in het omliggende kweldergebied. In: J.A.W. Nicolay & G.J. de Langen (red.), *Graven aan de voet van de Achlumer dorpsterp. Archeologische sporen rondom een terpnederzetting* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 97), Groningen, 48-68.
- Nicolay, J.A.W., 2016a: Hegebeintum, schatvondst. In: *Nieuwe Encyclopedie van Fryslân*, 1185.
- Nicolay, J.A.W., 2016b: Steilkantenonderzoek Oosterbeintum. In: *Nieuwe Encyclopedie van Fryslân*, 2527.
- Nicolay, J.A.W. & G.J. de Langen (red.), 2015: *Graven aan de voet van de Achlumer dorpsterp. Archeologische sporen rondom een terpnederzetting* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 97), Groningen.
- Nieuwhof, A., 2008: Restanten van rituelen. In: A. Nieuwhof (red.), *De Lege Wier van Englum. Archeologisch onderzoek in het Reitdiepgebied* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 91), 187-248.
- Nieuwhof, A., 2016: De lege vierde eeuw. In: A. Nieuwhof (red.), *Van Wierhuizen tot Achlum. Honderd jaar archeologisch onderzoek in terpen en wierden* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 98), 83-98.
- Nieuwhof, A., in voorbereiding: *Ezinge revisited. The habitation history of a terp settlement*.
- Noomen, P.N., 1996: Middeleeuwse bezitsverhoudingen in Noordoost Fivelgo. In: E. de Boer (red.), *Het Bierumer boederijenboek. Een bijdrage tot de geschiedenis van Noordoost-Fivelgo*, Scheemda, 59-82.
- Oonk, S., C.P. Slomp & D.J. Huisman, 2009a: Geochemistry as an aid in archaeological prospection and site interpretation: current issues and research directions. *Archaeological Prospection* 16: 35-51.
- Oonk, S., C.P. Slomp, D.J. Huisman, S.P. Vriend, 2009b: Effects of site lithology on geochemical signatures of human occupation in archaeological house plans in the Netherlands. *Journal of Archaeological Science* 36/6, 1215-1228.
- Postma, D., 2015: *Het zodenhuis van Firdgum. Middeleeuwse boerderijbouw in het Friese kustgebied tussen 400 en 1300*. Groningen.
- Prins, L., 1981: De nederzettingsgeschiedenis. In: H.M. van den Berg (red.): *De provincie Friesland. Noordelijk Oostergo. Deel I: de gemeente Ferwerderadeel* (= De Nederlandse Monumenten van Geschiedenis en Kunst. Geïllustreerde Beschrijving uitgegeven vanwege de Rijkscommissie voor de Monumentenbeschrijving), 's Gravenhage, 28-40.
- Prummel, W., 1999: Animals as grave gifts in the early medieval cremation ritual in the North of the Netherlands. In: H. Sarfatij, W.J.H. Verwers & P.J. Woltering (red.), *In discussion with the past. Archaeological studies presented to W.A. van Es*, Zwolle, 205-212.
- Prummel, W., 2006: Dierlijk bot. In: A. Nieuwhof (red.), *De wierde Wierum (provincie Groningen). Een archeologisch steilkantonderzoek* (= Groninger Archaeological Studies 3), Groningen, 31-45.
- Prummel, W., 2008: Dieren op de wierde Englum. In: A. Nieuwhof (red.), *De lege Wier van Englum. Archeologisch onderzoek in het Reitdiepgebied* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 91), Groningen, 116-159.
- Prummel, W., & E. Knol, 1991: Strandlopers op de brandstapel. *Paleo-aktueel* 2, 92-96.
- Prummel, W., E. Knol & H.J. Streurman, 2007: Twee soorten kokkels in het Fries-Groninger kustgebied. *Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek* 83-90, 42-61.
- Prummel, W. & J.T. van Gent, 2010: Dieren van de middeleeuwse terp Anjum-Terpsterweg. In: J.A.W. Nicolay (red.), *Terpbewoning in oostelijk Friesland* (= Groninger Archaeological Studies 10), Groningen, 249-268.
- Prummel, W., E. Esser & J.T. Zeiler, 2013: The animals on the terp at Wijnaldum-Tjitsma (The Netherlands) – reflections on the landscape, economy and social status. *Siedlungs- und Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 35, 87-98.
- Reijers, O., 2000: *Ferwerderadiel. Fietsen door het oude kwelderlandschap van Oostergo* (= Archeologische routes in Nederland 29), Amersfoort.
- Rijk, P. de, 2015: Al dan niet met de hamer geslagen: de interpretatie van het slakmateriaal. In: J.A.W. Nicolay & G. de Langen (red.), *Graven aan de voet van de Achlumer dorpsterp. Archeologische sporen rondom een terpnederzetting* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 97), Groningen, 115-121.
- Rinsema, J.G., S.W. Bakkenist, W.S. Zomer, A.R. Koelewijn & I.L. Ritsema, 2018: *Haalbaarheidsstudie geofysische karteringstechnieken*, Deventer.
- Schepers, M., 2016: Gebruiksplanten in het terpen- en wierdengebied. In: A. Nieuwhof (red.), *Van Wierhuizen tot Achlum. Honderd jaar archeologisch onderzoek in terpen en wierden* (= Vereniging voor Terpenonderzoek), Groningen, 141-152.
- Schepers, M., R.T.J. Cappers & R.M. Bekker, 2013a: A review of prehistoric and early historic mainland salt marsh vegetation in the northern-Netherlands based on the analysis of plant macrofossils. *Journal of Coastal Conservation* 17, 755-773.

- Schepers, M., J.F. Scheepens, R.T.J. Cappers, O.F.R. van Tongeren, D.C.M. Raemaekers & R.M. Bekker, 2013b: An objective method based on assemblages of subfossil plant macro-remains to reconstruct past natural vegetation: a case study at Swifterbant, the Netherlands. *Vegetation History and Archaeobotany* 22, 243-255.
- Schmidt, A., Linford, P., Linford, N., David, A., Gaffney, C., Sarris, A., & Fassbinder, J., 2016: *EAC Guidelines for the use of geophysics in archaeology: Questions to ask and points to consider*. Namur.
- Schoengen, M., 1942: *Monasticon Batavum III. De Benedictijnsche Orden*. Amsterdam.
- Sidell, E.J., T. Higuchi, R.J. Allison & A.J. Long, 2004: The response of archaeological sediments and artefacts to imposed stress regimes as a consequence of past, present and future activity. In: T. Nixon (red.), *Preserving archaeological remains in situ?*, London, 42-49.
- Spahr van der Hoek, J.J., 1970: Undersyk yn de Noardeasthoeke. *It Beaken* 32, 61-118.
- Taayke, E., 1996: *Die einheimische Keramik der nördlichen Niederlande, 600 v.Chr. bis 300 n.Chr.* Groningen.
- Taayke, E., 2016: Het Noord-Nederlandse kustgebied in de vroege ijzertijd. In: A. Nieuwhof (red.), *Van Wierhuizen tot Achlum. Honderd jaar archeologisch onderzoek in terpen en wierden* (= Jaarverslagen van de Vereniging voor Terpenonderzoek 98), Groningen, 69-82.
- Timmerman, D., 2012: *De rol en het gebruik van dieren en het landschap in het terpengebied in de vroege middeleeuwen aan de hand van de case-study Firdgum* (= REMA-scriptie GIA/RUG), Groningen.
- Tuinstra, S.J. & J.R. Velthuis, 2011: Resultaten. In: S.J. Tuinstra, J.R. Velthuis & J.A.W. Nicolay (red.), *Hallum, een welvarend dorp aan de monding van de Middellzee* (= ARC-Publicaties 205), Groningen, 29-110.
- Vardanega, P.J. & M.D. Bolton, 2011: Strength mobilization in clays and silts. *Canadian Geotechnical Journal* 48, 1485-1503.
- Veen, W.K. van der, 1958: *Uit de geschiedenis van de grietenij Ferwerderadeel*. Leeuwarden.
- Volkers, T.B., 2016: Die Terra sigillata aus den friesischen Wurten. *Palaeohistoria* 57/58, 235-312.
- Vos, P.C., 2010: Geolandschappelijk onderzoek: de vorming van het landschap voor en tijdens de terpbewoning en het ontstaan van de Lauwerszee. In: J.A.W. Nicolay (red.), *Terpbewoning in oostelijk Friesland. Twee opgravingen in het voormalige kwelder-gebied van Oostergo* (= Groningen Archaeological Studies 10), Groningen, 62-93.
- Vos, P.C. & E. Knol, 2005: Wierden ontstaan in een dynamisch getijdenlandschap. In: E. Knol, X.C. Bardet & W. Prummel (red.), *Professor van Giffen en het geheim van de wierden*, Veendam/ Groningen, 119-135.
- Waard, F.J. van der & M.C.R. van Voorn, 2016: *Kerktoeren fundamenteel Hegebeintum. Bouwhistorische waarneming* (= BDM-rapport, maart 2016). Groningen.
- Wilson C., D. Davidson & M.S. Cresser, 2008: Multi-element soil analysis: an assessment of its potential as an aid to archaeological interpretation. *Journal of Archaeological Science* 35/2, 412-424.
- Woldring, H. & E. Kleine, 2008: Pollenanalyse van de mestlagen: aanwijzingen voor intensivering van de begrazing in de Romeinse tijd. In: J. Dijkstra & J.A.W. Nicolay (red.), *Een terp op de schop. Archeologisch onderzoek op het Oldehoofsterkerkhof te Leeuwarden* (= ADC Monografie 3), Amersfoort, 259-267.
- Wumkes, G.A. 1934: *Stads- en dorpskroniek van Friesland II (1800-1900)*. Leeuwarden.
- Zuada Coelho, B., Diaferia, G., Kruiver, P., & Venmans, A., 2015: *Geofysische methoden – voor geotechnisch ingenieurs* (Deltares/ Geoimpuls). Delft.

Bijlagen

Bijlage 1a. Foto's boorkern 1

Bijlage 1b. Foto's boorkern 2

Bijlage 2. Beschrijving boorkernen

Bijlage 3. XRF-metingen

Bijlage 4. Scans slijpplaten micromorfologisch onderzoek

Bijlage 5. Basisgegevens pollenanalyse

Bijlage 6. Pollendiagram

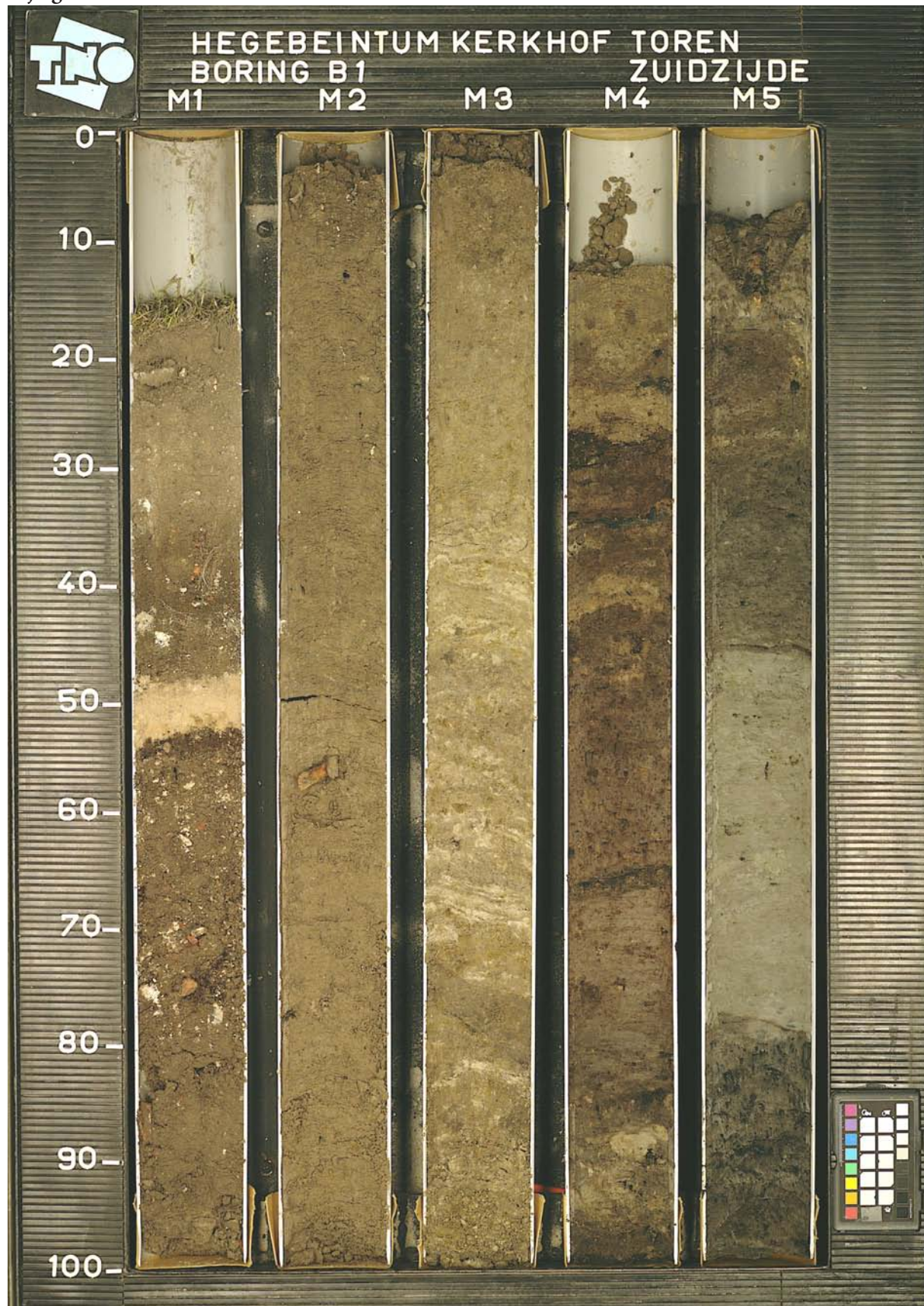
Bijlage 7. Basisgegevens macrorestenanalyse

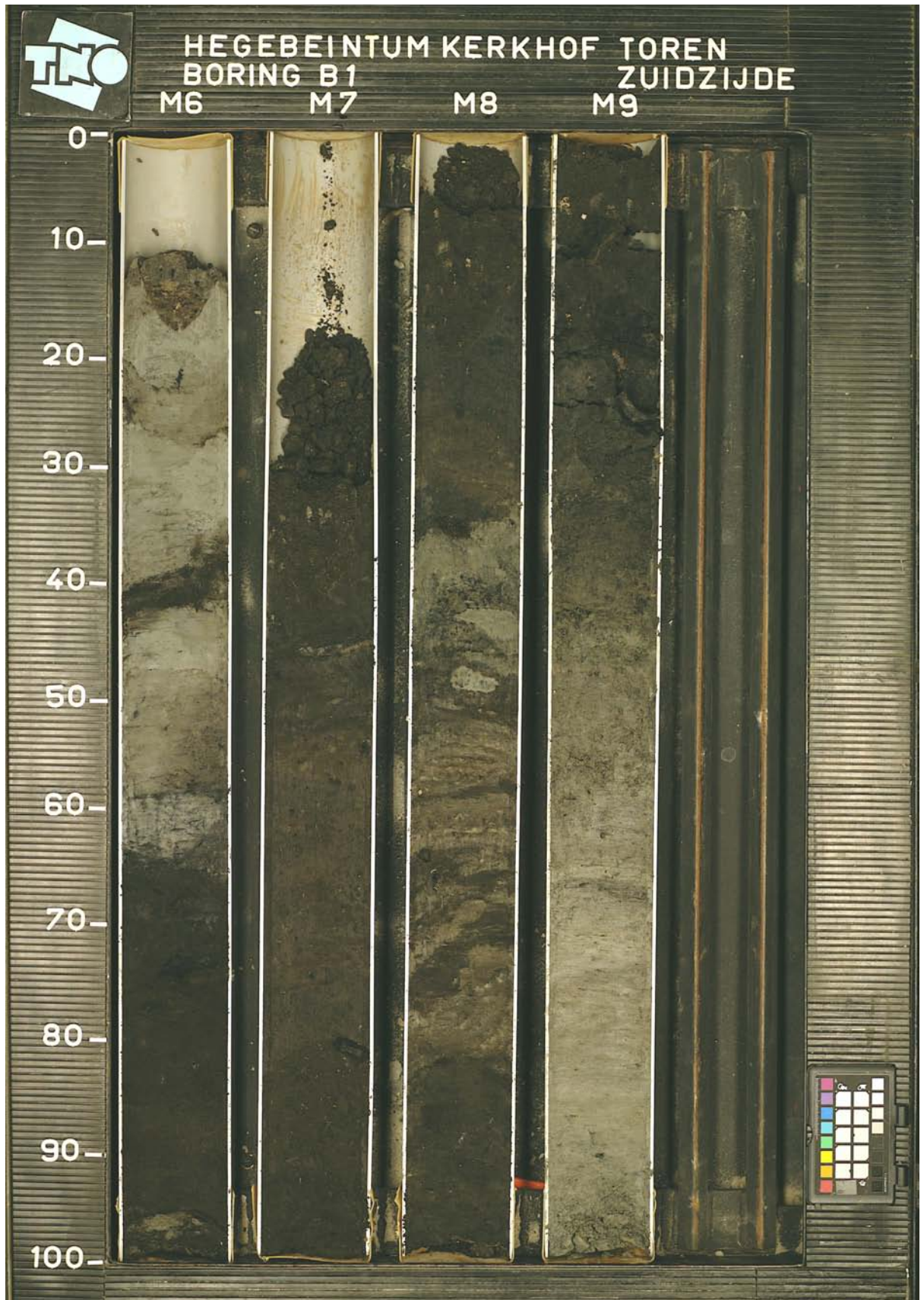
Bijlage 8. Aardewerk

Bijlage 1. Foto's van de boorkernen uit de steekboringen.

Van beide steekboringen (1 en 2) zijn segmenten van steeds 1 m naast elkaar gefotografeerd. Links van de kernen staat de diepte onder maaiveld per meter, erboven de nummering per segment (M1 = eerste meter, M2 = tweede meter, etc.) . Foto's P. van der Klugt, TNO/Deltares, Utrecht.

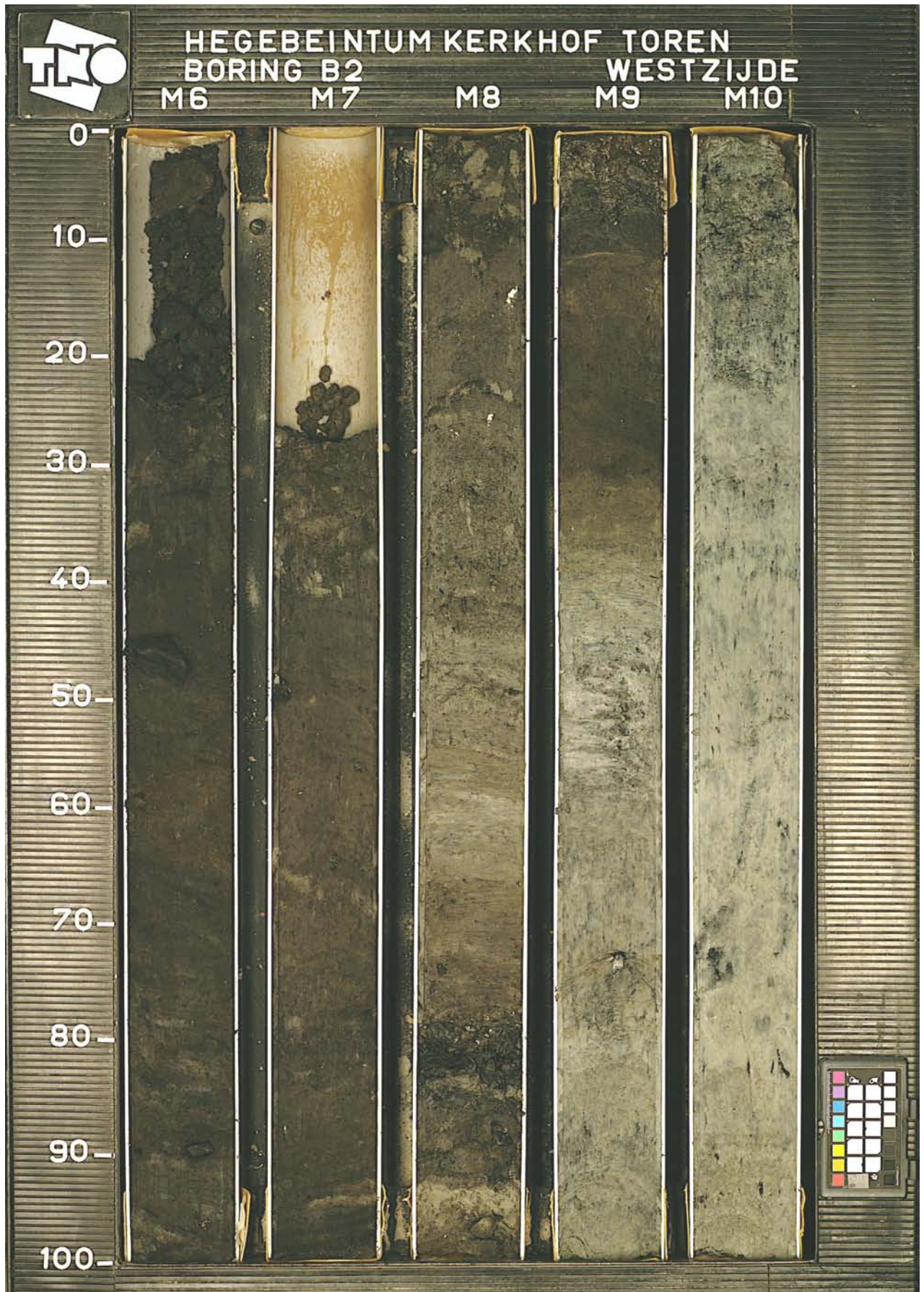
Bijlage 1a. Foto's boorkern 1

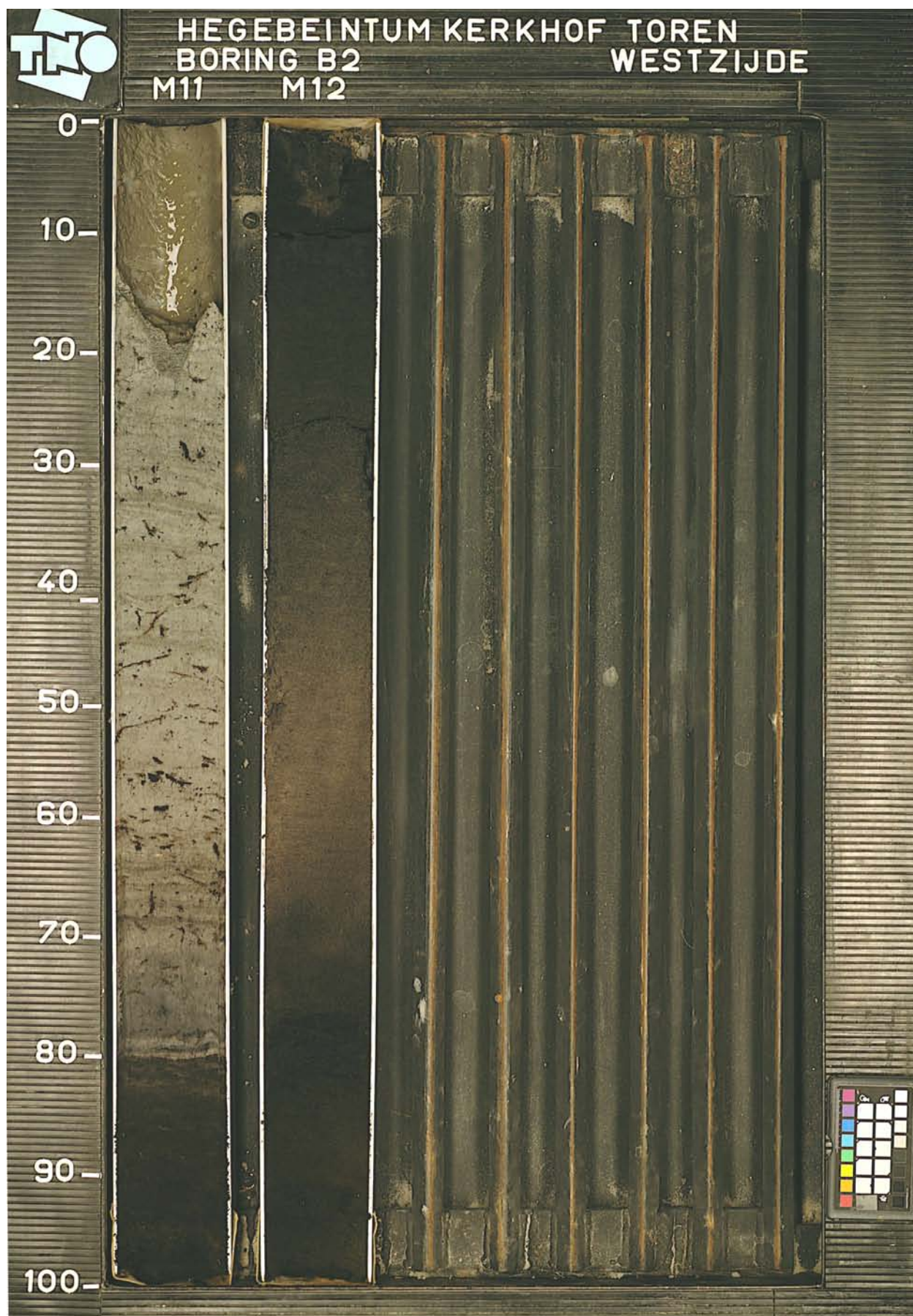




Bijlage 1b. Foto's boorkern 2







Bijlage 2. Beschrijving boorkernen

Beschrijving van de boorkernen uit de mechanische boringen 1 en 2 door G. Aalbersberg en J.A.W. Nicolay. Per boring is het vermeld: het spoornummer van de individuele laag, de diepte van de boven- en onderzijde van de laag onder maaiveld, de dikte van de laag, het laagtype en een korte beschrijving. De score 1-4 wijst op relatief weinig (1) tot relatief veel (4) van het betreffende materiaal. Voor de interpretatie van de lagen, zie figuur 21.

Gebruikte afkortingen

ASL	aslaag	OPH	ophogingspakket
aw	aardewerk	plr	plantenresten
BV	bouwvoor	SP	kuil of andere ingraving
Fe	ijzeroxide-vlekjes (1-4)	V	basisveen
Fo	fosfaatvlekken (1-4)	viv	vivianiet
hk	houtschool (1-4; +: enkele spikkel)	vgl	verbrande klei (1-4; +: enkele spikkel)
KL	kuil	VT	vuile terplaag
KW	kwelder	ZO	zodenstructuur
Ks	klei, siltig (1-4)	Z	pleistoceen zand

Boorkern 1

spoor nummer	top (cm -mv)	basis (cm -mv)	dikte (m)	laagtype	beschrijving
1.1	15	35	0,20	BV	met puin (baksteen en veel mortel); top gras
1.2	35	48	0,13	VERSTOORD	met puin, iets bruiner dan 1.1
1.3	48	52	0,04	VERSTOORD	geel zand, vlijlaag?
1.4	52	53	0,01	VERSTOORD	donkerbruine Ks4, lijkt humeus; met puin (mortel) en grind
1.5	53	85	0,32	VERSTOORD	veel puin (baksteen en mortel), nogal los van structuur
1.6	85	148	0,63	TERP	iets vuil; hk+; vgl+; schelpfragmentjes; vrij homogeen; 100-104 ontbreekt?
1.7	148	151	0,03	TERP	iets vuiler dan 1.2 en 1.4; hk+; vgl+
1.8	151	213	0,62	TERP	iets vuil; hk+; vgl+; Fe1; iets lichte kleibrokjes; fragment bot; vrij homogeen
1.9	213	229	0,16	TERP	relatief veel kleine kleibrokjes; hk+; vgl+; Fe1; Fo1
1.10	229	247	0,18	TERP	schone ophoging/verrommelde plaggenlaag; Fo1
1.11	247	254	0,07	TERP	iets vuil; hk+; Fe1; Fo1; grotere kleibrokjes
1.12	254	271	0,17	TERP	sterk verrommelde, zandige plaggen; licht vuilige laagjes/vlekjes
1.13	271	276	0,05	TERP	homogener dan 1.8; Fe1; Fo2; zeer licht vuil
1.14	276	283	0,07	TERP	iets vuil; wat humeus; hk+; vgl+; ondergrens niet horizontaal; typische, mooie VT
1.15	283	296	0,13	TERP	sterk verrommelde, zandige plaggen; hk+; Fe1; Fo1; heel licht vuil
1.16	296	322	0,26	TERP	sterk gevlekt; met humeuze vlekken en kleibrokken; Fe1; Fo1; vgl+
1.17	322	323	0,01	TERP	hk-rijk; zwartig; lijkt vertrap
1.18	323	327	0,04	TERP	verrommelde, iets zandige plagbrokken
1.19	327	334	0,07	TERP	helder bruin; mestrijk?; zandige brokjes; verder vrij homogeen
1.20	334	335	0,01	TERP	ASL in KL; hk-rijk; vgl1; scherp begrensd
1.21	335	349	0,14	TERP	geelbruin, sterk gevlekt; veel, vrij grote zandige kleibrokjes; Fe1; Fo1; hk+; fragment bot
1.22	349	366	0,17	TERP	helder bruin; homogeen; enkele zandige kleibrokjes; Fe1; plr; bot
1.23	366	367	0,01	TERP	ASL in KL; hk-rijk; zwartig; kleibrokjes; scherp begrensd
1.24	367	380	0,13	TERP	bruin; homogener dan 1.18; enkele zandige kleibrokjes; Fe1
1.25	380	389	0,09	TERP	iets donkerder bruin; vrij veel zandige kleibrokjes; hk1; vgl1; Fe1; Fo1; bot
1.26	389	418	0,29	TERP	sterk gevlekt; grote zandige kleibrokken; vrij vuil; hk1; vgl1; Fe1; Fo1; bot; vermoedelijk basis KL-vulling
1.27	418	427	0,09	TERP	vrij vuil; hk1; vgl1; enkele zandige kleibrokjes; tamelijk humeus; groot brok houtskool
1.28	427	428	0,01	TERP	lichtgrijs; veel vgl; hk+

1.29	428	445	0,17	TERP	vrij homogeen; enkele zandige kleibrokjes; hk1; vkl+
1.30	445	446	0,01	TERP	iets gelaagd/laagje kleibrokjes met humeus bandje; overgangsniveau tussen 1.25 en 1.27
1.31	446	480	0,34	TERP	grijs; veel kleiiger dan hogere OPH/ZO-lagen (= minder zandig); enkele zandige brokjes; heel homogeen; viv-vlekjes aan de basis
1.32	480	489	0,09	TERP	sterk humeus; vrij homogeen; enkele kleibrokjes; organische restjes; viv; vkl; hk
1.33	489	493	0,04	TERP	met humeuze/venige brokjes; sterk humeus; aw; hk
1.34	493	499	0,06	TERP	homogeen; sterk humeus; enkele humeuze brokjes; hk+
1.35	499	521	0,22	TERP	grijs; sterk homogeen; viv; rommelig; losse plag?
1.36	521	525	0,04	TERP	licht bruingrijs; homogeen; licht vuil; iets vlekkelig; VT of top humeuze plag?; veenbrokjes aan de basis
1.37	525	539	0,14	TERP	sterk siltige plag; viv
1.38	539	542	0,03	TERP	donkerbruin; vertrap; oogt mestrijk; enkele iets zandige kleibrokjes; viv
1.39	542	547	0,05	TERP	homogene, grijze, vrij zware klei; viv
1.40	547	558	0,11	TERP	lichtbruingrijze klei; sterk gevlekt; iets vuil; hk+; vkl+; viv
1.41	558	564	0,06	TERP	grijze klei; vrij homogeen; iets vlekkelig; iets siltig; aan de rand restantje VT
1.42	564	573	0,09	TERP	bruin, homogeen organisch materiaal; enkele kleibrokjes onderin; droog; amorf; mogelijk mest
1.43	573	620	0,47	TERP	bruin organisch materiaal; enkele kleibrokjes; verder vrij homogeen; grote scherf aan basis
1.44	620	630	0,10	TERP	donkerbruin tot donkergrijsbruin; homogeen; oogt iets kleilig; witte spikkeltjes
1.45	630	656	0,26	TERP	sterk humeuze klei/sterk kleilig organisch materiaal; hk; kleibrokjes; enkele witte spikkel
1.46	656	693	0,37	TERP	iets meer kleibrokjes en iets minder kleilig dan 1.40; schelpfragmentjes
1.47	693	710	0,17	TERP	iets kleiiger; iets grijzer; zandige kleibrokjes; hk+; aan de basis een scherf; basis SP/ME
1.48	710	718	0,08	TERP	grijs; verrommelde, sterk siltige kleiplaggen; hk+; heel licht vuil
1.49	718	758	0,40	TERP	afwisseling van verrommelde, sterk siltige kleiplaggen en humeuze, bijna venige laagjes; scherpe grenzen; plaggen van een al wat vuilig niveau?
1.50	758	795	0,37	TERP	bruingrijs; iets kleilig; siltige kleibrokjes; hk+; twee scherven aan basis
1.51	795	807	0,12	TERP	donkergrijs, sterk organisch; humeuze brokjes; siltige kleibrokjes; hk
1.52	807	817	0,10	TERP	donkergrijs; kleilig; schelpfragmentjes; hk; humeuze brokjes; iets lichter dan 46
1.53	817	822	0,05	TERP	donkergrijze klei; zandige kleibrokjes; hk; aw; rommelig, lijkt vertrap
1.54	822	826	0,04	TERP	donkergrijs; homogeen; enkele iets zandige kleibrokjes; schelpfragmentjes
1.55	826	840	0,14	TERP	donkergrijs; lichter dan 1.49; homogeen; scherpe ondergrens
1.56	840	854	0,14	TERP	grijs; iets horizontaal gelamineerd; viv; plr; aw
1.57	854	859	0,05	KW	iets humeuzer, mogelijk vertrap; licht gebioturbeerd?
1.58	859	875	0,16	KW	licht grijs; vaag horizontaal gelamineerd

Boorkern 2

spoor-nummer	top (cm -mv)	basis (cm -mv)	dikte (m)	laagtype	beschrijving
2.1	15	28	0,13	BV	moderne bouwvoor; met grind
2.2	28	65	0,37	VERSTOORD	veel puin (baksteen en mortel); humeus
2.3	65	168	1,03	VERSTOORD	licht humeus; met puin (baksteen en mortel); met lichtgrijze zandige kleibrokjes
2.4	168	182	0,14	VERSTOORD	homogeen; geen puin
2.5	182	187	0,05	TERP	lichtgrijze, zandige kleibrokjes; Fe1; Fo1
2.6	187	209	0,22	TERP	homogeen; licht vuil; vage VT
2.7	209	222	0,13	TERP	donkergrijs; vuil; hk1; vkl1; zandige kleibrokjes; duidelijke VT
2.8	222	228	0,06	TERP	iets vuil; hk+; vkl+; veel zandige kleibrokjes
2.9	228	251	0,23	TERP	verrommelde zandige plaggen; heel licht vuil; hk+; Fe1; Fo1
2.10	251	286	0,35	TERP	sterk gevlekt; lichtgrijze, zandige plaggen vermengd met brokken VT (met hk en vkl); Fe1; Fo1; vuile plaggen? of afwisseling ZO/VT?
2.11	286	323	0,37	TERP	horizontale plaggen; met zandige bandjes met Fe2; licht humeus
2.12	323	340	0,17	TERP	afwisseling dunne kleilige plaggen en donkere sterk humeuze banden; Fe2; dunne (3 cm) plaggen met een sterk humeuze top. Mogelijk spoor?
2.13	340	344	0,04	TERP	donkerbruingrijze klei, sterk humeus; enkele kleibrokjes; vuil; VT of vulling SP?

2.14	344	352	0,08	TERP	bruinigrijze klei; vuil; homogeen; hk
2.15	352	369	0,17	TERP	iets lichter dan 2.13; iets vuil; iets gevlekt; enkele zandige kleibrokjes
2.16	369	380	0,11	TERP	grijs; homogeen; hk+; viv
2.17	380	384	0,04	TERP	grijs; gevlekt; hk; viv; vrij grote kleibrokjes; overgang van 2.15 naar 2.17
2.18	384	432	0,48	TERP	bruin grijs; homogeen; hk+; viv; enkele kleibrokjes; aan de basis meer kleibrokjes
2.19	432	442	0,10	TERP	iets humeus; homogeen; enkele siltige kleibrokjes; humeuze brokken
2.20	442	445	0,03	TERP	donkergrijs; iets hk; oogt 'zandig'; zandige kleibrokjes
2.21	445	454	0,09	TERP	grote, siltige kleibrokken vermengd met wat vuilere brokken
2.22	454	464	0,10	TERP	iets gevlekt; humeus; hk+; brokje mestslak; humeuze brokjes; vrij homogeen
2.23	464	478	0,14	TERP	iets geband, humeus; iets gladder; kleisliertjes; hk1; vkl1; iets vuil
2.24	478	530	0,52	TERP	donkerbruinigrijze, sterk gevlekt organisch materiaal; kleibrokjes; veel aardewerk in de bovenste 10 cm; mestrijk?
2.25	530	539	0,09	TERP	bruin organisch materiaal; homogeen; siltige kleibrokjes
2.26	539	569	0,30	TERP	bruin organisch materiaal; homogeen; incidenteel siltige kleibrokjes
2.27	569	576	0,07	TERP	donkergrijsbruin organisch materiaal; homogeen; incidenteel siltige kleibrokjes; overgangslaag
2.28	576	642	0,66	TERP	sterk gevlekte laag kleiig organisch materiaal; horizontale gelaagdheid met kleiige brokken; hk+
2.29	642	664	0,22	TERP	donkergrijsbruin, kleiig organisch materiaal; enkele kleibrokjes; hk+, mestrijk
2.30	664	668	0,04	TERP	als 2.28, maar met veel kleibrokjes
2.31	668	679	0,11	TERP	donkergrijsbruin; homogeen; humeus; kleine siltige kleibrokjes; hk+; mestrijk
2.32	679	694	0,15	TERP	donkerbruin, gevlekt organisch materiaal; minder kleiig dan 2.30; mestslak; kleibrokjes; mestrijk
2.33	694	710	0,16	TERP	geband; horizontale kleibrokjes afgewisseld met humeuze/detritus-achtige laagjes
2.34	710	724	0,14	TERP	donkergrijs; iets vuil; vkl; verbrand bot; kleine, siltige kleibrokjes; homogeen
2.35	724	744	0,20	TERP	donkergrijs; homogeen; iets vuil; hk+; vkl+; schelpfragmentjes
2.36	744	755	0,11	TERP	homogeen; iets vuil; hk+; verbrande mest
2.37	755	766	0,11	TERP	homogeen; horizontaal iets geband; deels iets vuil met hk
2.38	766	780	0,14	TERP	donkergrijs; homogeen; iets vuil; hk+; vkl+; mestslak
2.39	780	784	0,04	TERP	als 2.37, met veel mosselfragmenten
2.40	784	786	0,02	TERP	schone band met verrommelde plagbrokken
2.41	786	793	0,07	TERP	homogene, iets vuile laag; hk; vkl; bot; met enkele siltige kleibrokjes
2.42	793	798	0,05	TERP	lichtgrijze kleibrokken; verrommeld
2.43	798	810	0,12	TERP	donkerbruin grijs; homogeen; humeus; humeuze brokjes; mestig; zeer dun bandje met zandige kleibrokjes
2.44	810	831	0,21	TERP	bruinigrijze, homogene klei; sterk humeus; iets mestig; hk; humeuze brokjes; verbrande mest; incidenteel zandige kleibrokjes
2.45	831	836	0,05	KW	top kwelder; donkergrijze Ks4; homogeen; hk+
2.46	836	860	0,24	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.47	860	925	0,65	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.48	925	960	0,35	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.49	960	985	0,25	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.50	985	1020	0,35	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.51	1020	1060	0,40	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.52	1060	1070	0,10	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.53	1070	1080	0,10	KW	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.54	1080	1084	0,04	V	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.55	1084	1095	0,11	V	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.56	1095	1115	0,20	V	(voor beschrijving, zie gutsboring 3)
2.57	1115	1130	0,15	Z	A-horizont
2.58	1130	1160	0,30	Z	E-horizont
2.59	1160	1177	0,17	Z	EB-horizont
2.60	1177	1199	0,22	Z	B-horizont
2.61	1199	1200	0,01	Z	B-horizont

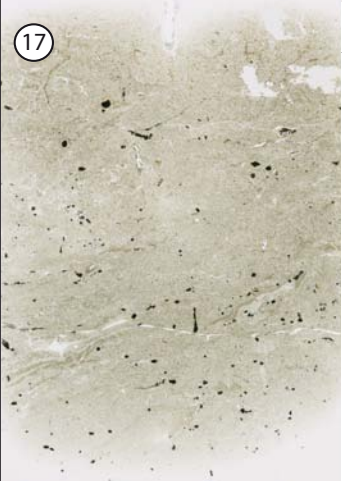
Bijlage 3. XRF-metingen

Concentraties van chemische elementen op basis van analyses met *hand-held* XRF. Diepte is gegeven in cm. Concentraties van hoofdelementen zijn omgerekend naar oxiden en gerapporteerd in procent. De concentraties van sporenelementen zijn gerapporteerd in mg/kg. Meetonzekerheden zijn gerapporteerd als error- waarden.

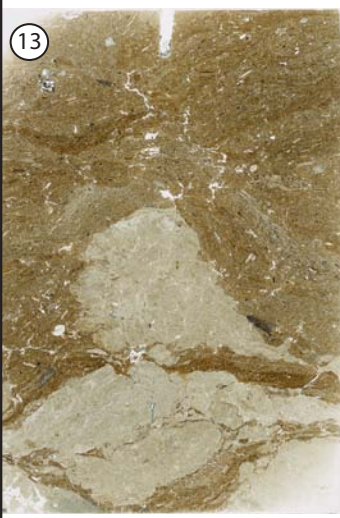
XRF meetnummer	Steek- boring	Diepte	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	P ₂ O ₅	K ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MnO	S	Zn	Zr	Sr
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg
4705	2	334	20,2	1,48	2,09	0,204	0,754	0,197	1,77	0,011	1,12		127	51
4706	2	342	20,4	0,978	2,11	0,710	0,569	0,141	0,891	0,009	0,755	51	132	44
4707	2	350	35,1	2,17	2,07	0,793	1,03	0,215	1,52	0,019	0,269	53	213	62
4708	2	532	15,7	0,932	3,43	0,735	0,620	0,115	0,823	0,009	0,682	26	87	60
4709	2	541	23,2	1,56	3,78	0,929	0,964	0,170	1,23	0,010	0,821	40	127	72
4710	2	564	24,7	1,68	3,92	1,04	0,983	0,168	1,06	0,009	0,630	44	121	79
4711	2	574	16,3	0,990	2,98	0,603	0,701	0,124	0,918	0,008	0,734	33	92	57
4712	2	594	25,9	2,14	4,24	0,672	1,01	0,196	1,38	0,009	1,12	41	133	65
4713	2	645	31,7	2,43	4,60	0,928	1,11	0,239	1,63	0,015	1,30	42	156	91
4714	2	672	26,2	1,65	3,81	0,900	0,954	0,195	1,26	0,012	0,573	46	119	87
4715	2	825	33,2	2,05	4,68	0,395	0,976	0,222	0,998	0,009	0,604	18	182	76
4716	2	833	39,9	2,72	5,99	0,299	1,13	0,252	1,12	0,011	0,416	0	230	100
4717	2	957	45,1	6,07	4,05	0,351	1,83	0,409	2,47	0,010	0,198	32	152	56
4718	2	955	34,9	4,21	8,53	0,225	1,49	0,304	2,19	0,012	0,177	33	150	92
4719	2	1137	73,0	0,537	0,282	0,064	0,314	0,022	0,015	0,009	0,196	0	56	8
4720	2	1154	77,4	0,548	0,364	0,171	0,307	0,025	0,026	0,009	0,102	0	42	8
4721	2	1172	48,8	0,665	0,601	0,265	0,456	0,028	0,030	0,009	0,412	0	46	17
4722	1	333	30,6	2,22	2,63	1,15	0,855	0,222	2,11	0,010	0,413	63	203	63
4723	1	358	32,7	1,81	1,96	1,06	0,721	0,189	1,17	0,039	0,263	47	148	62
4724	1	472	46,4	4,61	3,82	0,668	1,46	0,317	2,99	0,038	0,170	32	187	60
4725	1	571	23,6	1,61	4,38	0,746	0,932	0,178	1,32	0,010	1,02	48	142	85
4726	1	593	20,9	1,35	3,72	0,727	0,891	0,161	1,16	0,010	0,657	41	119	72
4727	1	621	34,3	3,23	2,91	0,526	1,11	0,232	1,45	0,009	0,440	25	103	58
4728	1	643	30,5	2,02	3,61	0,793	1,13	0,218	1,41	0,014	0,592	44	173	77
4729	1	671	24,8	1,71	3,51	0,822	1,01	0,157	1,28	0,013	0,757	52	120	85
4730	1	693	27,5	2,00	3,90	0,802	1,10	0,217	1,41	0,010	1,09	41	133	85
4731	1	863	48,3	4,21	6,26	0,778	1,30	0,270	1,89	0,029	0,143	14	219	92

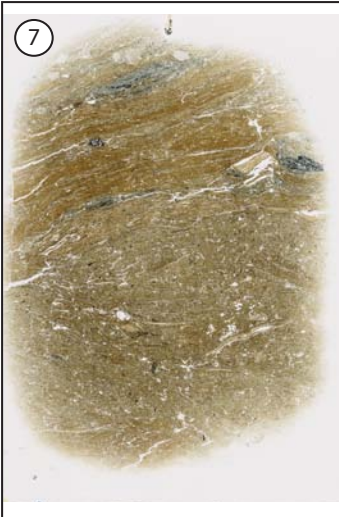
Rb	As	Ba	Si error	Ca error	P error	K error	Al error	Ti error	Fe error	Mn error	S error	Zn error	Zr error	Sr error	Rb error	As error	Ba error
mg/kg	mg/kg	mg/kg															
16	13	157															
			0,164	0,070	0,024	0,026	0,079	0,009	0,020	0,007	0,033	9,75	21	0,321	0,262	2,78	48
10	9	0															
			0,161	0,062	0,026	0,020	0,066	0,007	0,013	0,009	0,026	10	20	0,101	0,262	2,45	58
18	0	196															
			0,219	0,065	0,030	0,028	0,090	0,008	0,018	0,007	0,017	11	21	0,471	0,262	4,35	48
8	5	0															
			0,142	0,078	0,027	0,022	0,068	0,007	0,013	0,009	0,010	9,44	20	0,301	0,262	2,19	88
14	4	101															
			0,183	0,087	0,032	0,028	0,088	0,008	0,016	0,007	0,012	10	21	0,511	0,262	2,45	41
13	5	93															
			0,186	0,086	0,033	0,027	0,089	0,008	0,014	0,009	0,010	10	20	0,551	0,262	2,37	42
9	5	0															
			0,144	0,075	0,025	0,023	0,068	0,007	0,013	0,008	0,010	9,63	20	0,271	0,262	2,23	57
14	6	123															
			0,198	0,094	0,032	0,029	0,103	0,009	0,017	0,009	0,014	10	21	0,431	0,262	2,53	43
16	5	212															
			0,228	0,102	0,037	0,032	0,115	0,010	0,019	0,007	0,016	10	21	0,801	0,262	2,72	49
14	5	93															
			0,194	0,087	0,032	0,028	0,089	0,009	0,016	0,007	0,010	10	21	0,661	0,262	2,48	42
14	5	196															
			0,222	0,094	0,030	0,028	0,099	0,009	0,015	0,009	0,011	9,45	21	0,571	0,262	2,56	46
17	5	256															
			0,257	0,105	0,034	0,030	0,122	0,010	0,016	0,011	0,010	15	22	0,961	0,262	2,78	52
31	6	261															
			0,271	0,108	0,034	0,044	0,166	0,014	0,024	0,010	0,007	10	21	0,411	0,292	2,87	50
28	9	226															
			0,254	0,140	0,035	0,039	0,158	0,013	0,023	0,007	0,008	10	21	0,901	0,292	3,21	51
2	0	151															
			0,320	0,022	0,034	0,014	0,072	0,004	0,004	0,009	0,006	9,91	20	-0,219	0,262	4,16	45
4	0	166															
			0,330	0,026	0,037	0,014	0,078	0,004	0,004	0,009	0,006	10	20	-0,219	0,262	2,94	47
5	0	154															
			0,269	0,032	0,030	0,017	0,069	0,004	0,005	0,009	0,008	9,97	20	-0,209	0,262	4,22	45
18	12	189															
			0,215	0,083	0,035	0,030	0,101	0,010	0,021	0,010	0,009	11	21	0,471	0,262	2,90	48
14	6	126															
			0,212	0,066	0,033	0,025	0,087	0,009	0,015	0,007	0,007	10	21	0,361	0,262	2,43	42
23	7	294															
			0,277	0,104	0,038	0,039	0,150	0,013	0,027	0,008	0,007	10	21	0,521	0,262	2,97	56
13	8	121															
			0,188	0,091	0,032	0,027	0,094	0,008	0,017	0,010	0,014	10	21	0,681	0,262	2,68	46
12	4	71															
			0,174	0,087	0,030	0,027	0,083	0,008	0,016	0,010	0,011	10	21	0,521	0,262	2,46	42
12	7	96															
			0,217	0,079	0,029	0,030	0,108	0,009	0,017	0,009	0,009	9,46	20	0,311	0,262	2,43	39
16	4	193															
			0,216	0,084	0,034	0,029	0,101	0,009	0,017	0,007	0,011	10	21	0,621	0,262	2,62	48
13	6	78															
			0,185	0,084	0,031	0,028	0,088	0,008	0,016	0,013	0,011	10	20	0,621	0,262	2,52	42
14	6	171															
			0,206	0,092	0,034	0,031	0,103	0,009	0,017	0,010	0,014	10	21	0,691	0,262	2,56	47
18	6	332															
			0,285	0,119	0,041	0,035	0,150	0,011	0,021	0,008	0,007	9,79	22	0,921	0,262	2,96	56

Schematisch overzicht van de positie van de slijpplaten binnen de aangeboorde terplagen. De slijpplaten uit beide boringen zijn op basis van hun stratigrafische positie naast elkaar geplaatst. In elke slijpplaat staat linksboven het monsternummer; het bijbehorende laagnummer staat links (boring 1) en rechts (boring 2) van de slijpplaat. Schema H. Huisman.

			2.37
			2.44
			2.46
1.56			
1.57			
1.58			

Bijlage 4b. Diepte 5–6 m –Mv (zie fig. 27)

1.37	
1.38	
1.39	
1.40	
1.43	
1.49	

	2.24
	2.25
	2.26
	2.26
	2.27
	2.28

Bijlage 4c. Diepte 3–5 m –Mv (zie fig. 27)

1.19	9 
1.20	
1.21	
1.22	10 
1.23	
1.24	

	2.12
	2.13
	2.14
	2.19
	2.20
	2.21

Bijlage 5. Gegevens pollenanalyse

De basisresultaten van het pollenonderzoek. Per monster (P-nummer) wordt de diepte onder maaiveld, de pollensom (totaal en per boring) en de aantallen per waargenomen soort vermeld. Determinatie G. Aalbersberg & M. Schepers.

		P 81	P 80	P 75	P 62	P 61	P 59	P 57	P 42	P 37	P 28
	diepte	1115	1110	1083	832	822	775	720	450	366	211
	som 1+2	267	325	392	350	100	259	138	239	194	183
	som 1	211	264	265	216	59	184	116	166	153	150
	som 2	56	61	127	134	41	75	22	73	41	33
<i>Lycopodium</i>		43	10	28	143						
<i>Abies</i>	1				1						
<i>Abies/Picea</i> (sacs only)	1				2						
<i>Alnus</i>	1	57	82	54	14	10	11	11	10	4	16
<i>Betula</i>	1	8	7	12	3	3	5	2		7	8
<i>Betula/Corylus</i>	1						1				
<i>Carpinus</i>	1										
<i>Corylus</i>	1	24	30	45	12	5	2	4	2		6
<i>Fraxinus</i>	1			2							
<i>Picea</i>	1										
<i>Pinus</i>	1	6	7	4	15	2	6	12	4	3	11
<i>Quercus</i>	1	1	7	20	6	8					4
<i>Salix</i>	1		2	3	7						
<i>Sambucus</i>	1										
<i>Tilia</i>	1	2	2	2							
<i>Ulmus</i>	1	1	5	2	4						
<i>Cannabis</i> -type	1				1						
Cerealìa	1				3	2	9	1	3	8	6
<i>Plantago lanceolata</i>	1			1	4	3		1	5	2	
<i>Secale</i>	1				1						
Ericales	1	110	119	8	7		4	12	2		7
Apiaceae	1			3	2	1	1	2	1	3	
<i>Artemisia</i>	1			3	2						
Asteraceae liguliflorae	1				4		1	8	23	95	44
Asteraceae tubuliflorae	1			1	2	1	6	7	38	9	7
Brassicaceae	1				11						
Amaranthaceae	1	1	1	19	66	21	137	55	59	20	36
<i>Filipendula</i>	1				1						
<i>Galium</i> -type	1			3							
<i>Lotus</i> -type	1	1		45	2						
<i>Lysimachia</i> (<i>Anagallis</i> -type)	1			14	3						
<i>Plantago major/media</i>	1				13	1	1	1	19	2	4
<i>Polygonum aviculare</i>	1		1	10	12	2					1
Ranunculaceae	1			5	1						
<i>Rumex acetosa</i>	1			1	1						
<i>Rumex acetosella</i>	1			4	15						
<i>Rumex obtusifolius</i> -type	1			2	1						
<i>Urtica</i>	1		1	2							

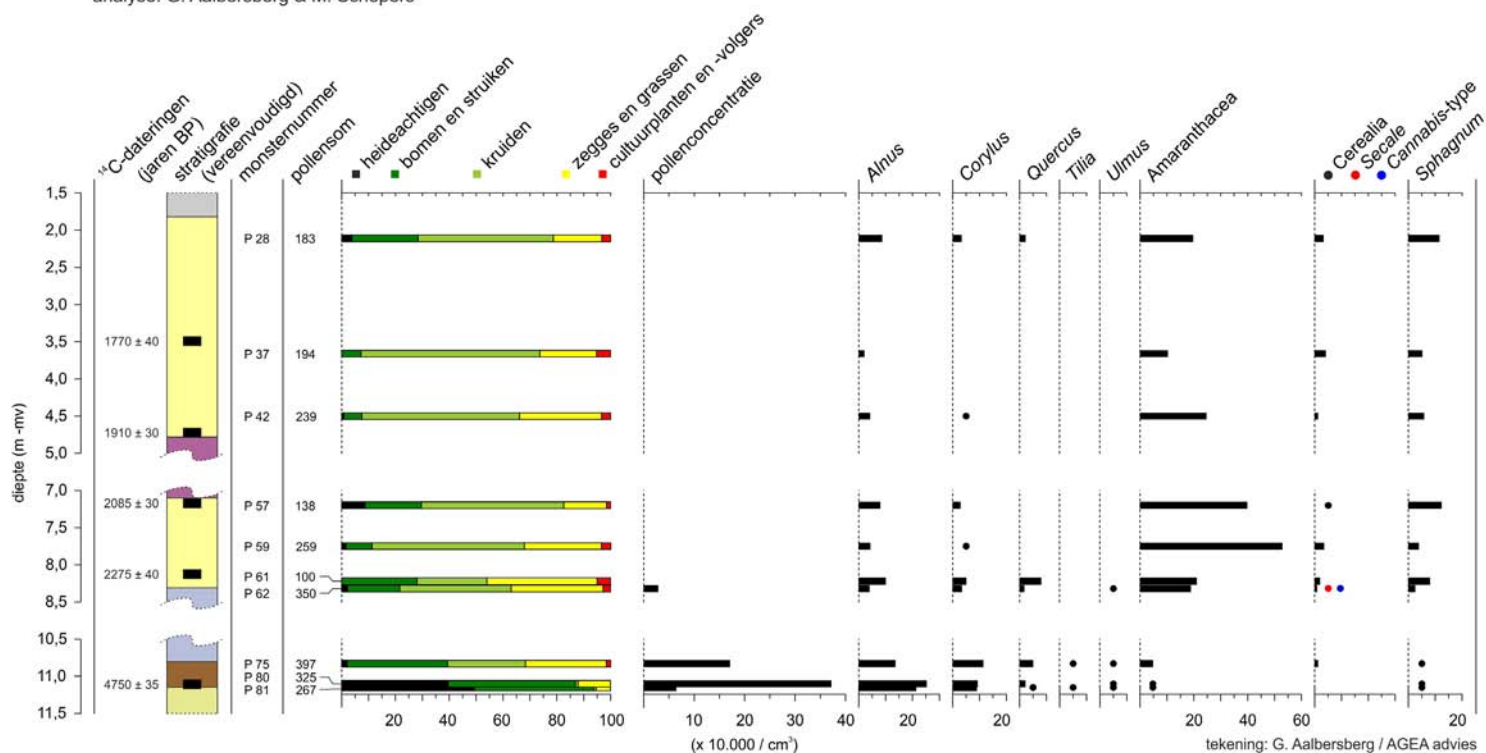
Cyperaceae	2		6	26	18		2	6	3	5	7
		P 81	P 80	P 75	P 62	P 61	P 59	P 57	P 42	P 37	P 28
Poaceae	2	12	30	90	94	41	72	16	70	36	26
<i>Callitriche stagnalis</i>	2				2						
<i>Potamogeton</i>	2			2	1						
<i>Typha</i>	2						1				
indet.	2	4	2		3						
indet. (corroded)	2	12	7	5	6						
indet. (crumpled)	2	11	9	4	10						
indet. (fungal)	2	17	7								
cf. t. 124	3	2	50								
cf. t. 128	3					1	4				3
cf. t. 19	3		3								
small dark cone-shaped spores	3	2	4								
<i>Sordicaeous ascospores</i>	3				67						
sporangia fragments	3	360	84		1						
t. 1 (<i>Gelasinasporea</i>)	3	6	26								
t. 10	3		121	2							
t. 128B	3	4									
t. 18 (ascospores)	3	12									
t. 19 (ascospores)	3	2	1								
t. 20 (triseptate ascospores)	3	16	27								
t. 26	3			1							
t. 55A / t. 55B	3			11	2						
<i>Botryococcus</i>	3				1						
<i>Pediastrum</i>	3			5	18	2	21	3	7	3	4
<i>Spirogyra</i> (incl. t. 315)	3			1	4						
Zygnemataceae	3	2									
Zygnemataceae (round)	3	1									
Zygnemataceae (t. 62)	3	1			1						
dinoflagellate cysts	3				9						
Hystichosphaeridae	3				7						
<i>Cymatosphaera</i> (t. 116)	3				12						
<i>Glomus</i>	3						17	9		2	7
<i>Micrhystridium</i> (t. 115)	3			5	13	1	12	7		5	36
monolete psilate spores	3		5	26	12	2	6	7	13	1	16
<i>Polypodium</i>	3				1						
pseudo-monolete psilate	3		4	12	9						
<i>Pteridium</i>	3				2						
<i>Sphagnum</i>	3	1	2	3	9	8	10	17	14	10	21
<i>Thelypteris</i>	3				1						

Bijlage 6. Pollendiagram

Visualisatie van de belangrijkste resultaten van het onderzoek naar pollen uit natuurlijke lagen en terplagen in steekboring 2. Naast een vereenvoudigde stratigrafie met ^{14}C -dateringen (zwarte blokje: bemonsterde niveau), het pollenmonster (P-nummer) en de pollensom zijn het percentage van de hoofdpollensom voor heideachtigen, bomen/struiken, kruiden, grassen/zegges en cultuurplanten/volgers, de pollenconcentratie (zie tekst) en de pollendata per soort weergegeven. Schema G. Aalbersberg.

pollendiagram Hegebeintum (boring 2; geselecteerde curves)

analyse: G. Aalbersberg & M. Schepers



Bijlage 7. Basisgegevens macrorestenanalyse

De basisresultaten van het macrorestenonderzoek van de monsters 1-24. C=conservatievorm: n=nat geconserveerd; v=verkoold. Eco=biotoop/ecologische groep (1: cultuurplant; 2: ruderaal plant of akkeronkruid; 3: kwelderplant; 4: zoet water of oever; 5: grasland). De getallen bij de monsters geven de absolute aantallen getelde resten weer. Determinaties door studenten en medewerkers Groninger Instituut voor Archeologie.

c	eco	taxon	deel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
n	1	<i>Brassica</i> cf.	zaad												
n	1	<i>Brassica nigra</i>	zaad												
v	1	<i>Brassica nigra</i>	zaad				1								
v	1	<i>Hordeum vulgare</i>	aarspil	4			2	1			2				7
v	1	<i>Hordeum vulgare</i>	vrucht	1			4								3
v	1	<i>Hordeum vulgare</i>	kafnaald		1										
n	1	<i>Hordeum vulgare</i>	vrucht			1									
n	1	<i>Linum usitatissimum</i>	vrucht				0,2								
n	1	<i>Linum usitatissimum</i>	zaad			6	1	1							
v	1	<i>Triticum</i>	vrucht											1	
v	1	<i>Triticum dicoccon</i>	aarspil												1
n	2	<i>Anagallis arvensis</i>	zaad												
n	2	<i>Atriplex patula/prostrata</i>	vrucht			9	69	46	12	10	1		21		
v	2	<i>Atriplex patula/prostrata</i>	vrucht											1	3
n	2	<i>Carduus crispus</i>	vrucht							2			7		
n	2	<i>Carduus/Cirsium</i>	vrucht												
n	2	cf. <i>Anagallis arvensis</i>	zaad						1						
n	2	<i>Chenopodium album</i>	vrucht					1						1	
n	2	<i>Chenopodium ficifolium</i>	vrucht					10	1		2				
v	2	<i>Chenopodium ficifolium</i>	vrucht			8	24			1					
n	2	<i>Chenopodium glaucum/rubrum</i>	vrucht					1							
n	2	<i>Chenopodium murale</i>	vrucht												
n	2	<i>Conium maculatum</i>	vrucht							30			8		
n	2	<i>Euphorbia helioscopia</i>	vrucht				0,5								
n	2	<i>Hyoscyamus niger</i>	zaad						1	8					
n	2	<i>Mentha aquatica/arvensis</i>	vrucht						2						
n	2	<i>Mentha arvensis</i>	vrucht												
n	2	<i>Persicaria maculosa</i>													
n	2	<i>Polygonum aviculare</i>	vrucht			1	8	1		4					
n	2	<i>Potentilla anserina</i>	vrucht			10	15,5	8							
v	2	<i>Potentilla anserina</i>	vrucht												
v	2	<i>Puccinellia distans</i>	vrucht												
n	2	<i>Rumex crispus</i>	perianth												
n	2	<i>Rumex crispus</i>	vrucht												
v	2	<i>Rumex crispus</i>	vrucht							1					
n	2	<i>Solanum nigrum</i>	zaad												
n	2	<i>Sonchus arvensis</i>	vrucht												
n	2	<i>Sonchus asper</i>	vrucht			32	23	4							
n	2	<i>Sonchus oleraceus</i>	vrucht					1							
n	2	<i>Stellaria</i> cf. <i>media</i>	zaad												
n	2	<i>Stellaria media</i>	zaad							5					
n	2	<i>Stellaria media</i>	zaad									1			
n	2	<i>Urtica dioica</i>	vrucht					1	2	130			90		

13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24
					1	1				
	1	1					1			
16	8	8								1
3,5		3		1						
							1			
	8	2	51							
		2	7		1					
										1
	2									
162	55	257	23	31	68	60	4	1	8	5
	1									1
			1							
2		3	2	9	17	17				
18	23	3		5	12	9				
			18							
1								0,25	1	2
							1			
						1	29			
2	2									
				1	1	4	3	0,25		
				1						
	1									
	2	4	3		3	5				10
3	11	5	11	8	6	22				
					1					
										1
		10								
		6								
		2						9		
	0,5	1								
	55	67	1	2	1	12	1			
	2	2	1		1	1				
				1						
			4		1	9	4			
				4	9	10	88			

13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	24
	1	9	2			1	2			1
	1		1			1				
	2	2								
11	4	6	7	1,25	24	14				3
1	1									
16	2	2			2	6				1
	1									3
		1				21				
		1			13					
										1
	1		1	26	7	11				
16	4	15	10	5	1	22		1		
	4	12	1	2	5	23	1			
3	2	4	3	1	7					1
380	212	26	4	5			1		1	3
	263	82	6	1		1				2
	1				1					
	2			3,5	3					
1										
	1									
										1
									1	
	1									
	2				3					
		2								
	190	52	3	1						
34	17	4	1			1	1			
			3	1	1	50				
2	3	13	13	25		16	1			5
	13					3				
					1					
	4	1	3	1,5						
	3	3					2			
	23									
		32	1			5				
		7								

Bijlage 8. Aardewerk basislijst

Overzicht van het aardewerk uit de boorkernen 1 en 2. Voor elke boring is per scherf/verzameling scherven aangegeven: verzamelijze, diepte, aardewerksoort, baksel, type fragment, gewicht, aantal fragmenten en datering. Drie scherven met een eigen ID-nummer worden in tabel 9 in detail beschreven. Toelichting afkortingen: Soort: HS: Hessens-Schortens-aardewerk, KP: kogelpotaardewerk, TAW: terpaardewerk, TS: *terra sigillata*. Baksel: combinatie van hardheid en magering: z (zacht), m (matig hard), h (hard), o (organisch), p (potgruis), s (steengruis), sc (schelp), z (zand). RWBO: Rand, Wand, Bodem, Oor. Datering: IJZ: ijzertijd, MIJZ: midden-ijzertijd, LIJZ: late ijzertijd, ROM: Romeinse tijd, VROM: vroeg-Romeinse tijd.

Verzamelijze	Boring	cm (-mv)	m t.o.v. NAP	Soort	Baksel	RWBO	Gewicht (g)	Aantal	Datering	ID- nr.
5mm zeef	1	114-148	6,44-6,10	KP	ms	W	5,2	2	ca. 750-1200	
5mm zeef	1	340-385	4,18-3,73	HS	mssc	W	4,1	1	ca. 450-750	
5mm zeef	1	446-481	3,12-2,77	TAW	mo	W	0,3	1	LIJZ-ROM	
5mm zeef	1	512-534	2,46-2,24	TAW	mo	W	0,3	2	LIJZ-ROM	
5mm zeef	1	563-600	1,95-1,58	TAW	mo	W	3	8	LIJZ-ROM	
5mm zeef	1	618-634	1,40-1,24	TAW	mzo	W	22,4	2	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	1	618-634	1,40-1,24	TAW	moz	W	11,3	2	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	1	618-634	1,40-1,24	TAW	mosc	W	1,7	3	MIJZ-LIJZ	
5mm zeef	1	618-634	1,40-1,24	TAW	mo	W	3,4	6	(MIJZ-) LIJZ-ROM	
5mm zeef	1	643-655	1,15-1,03	TAW	moz	W	3,1	2	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	1	643-655	1,15-1,03	TAW	mosc	W	0,3	1	MIJZ-LIJZ	
5mm zeef	1	685-709	0,73-0,49	TAW	moz	W	7,1	6	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	1	685-709	0,73-0,49	TAW	msscz	W	3,7	2	MIJZ (-LIJZ)	
5mm zeef	1	780-800	-0,22- -0,42	TAW	msscz	W	6,1	1	MIJZ (-LIJZ)	
5mm zeef	1	780-800	-0,22- -0,42	TAW	ms	W	8,4	2	MIJZ	
5mm zeef	1	780-800	-0,22- -0,42	TAW	mspo	W	0,8	1	MIJZ	
5mm zeef	1	780-800	-0,22- -0,42	TAW	mspo	R	3,8	1	MIJZ (-LIJZ)	1
5mm zeef	1	780-800	-0,22- -0,42	TAW	mso	R	15	1	MIJZ (-LIJZ)	2
5mm zeef	1	808-828	-0,50- -0,70	TAW	mzpo	W	7	1	MIJZ-LIJZ	
5mm zeef	1	808-828	-0,50- -0,70	TAW	msscz	W	14,6	1	MIJZ (-LIJZ)	
totaal boring 1							121,6	46		
totalen KP							5,2	2		
totalen HS							4,1	1		
totalen TAW							112,3	43		
2mm zeef	2	368-400	3,60-3,28	TS	h	W	0,1	1	ROM	3
handverzameld	2	382	3,46	TS	h	W	10,5	1	ROM	3
5 mm zeef	2	368-400	3,60-3,28	TAW	moz	W	3,1	2	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	2	400-455	3,28-2,73	TAW	mo	W	11,1	2	LIJZ-ROM	
5mm zeef	2	400-455	3,28-2,73	TAW	m	W	2,6	2	IJZ-ROM	
5mm zeef	2	400-455	3,28-2,73	TAW	moscz	W	8,7	1	MIJZ-LIJZ	
5mm zeef	2	455-500	2,73-2,28	TAW	mo	W	19,4	17	IJZ-ROM	
5mm zeef	2	455-500	2,73-2,28	TAW	moz	W	13,7	6	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	2	455-500	2,73-2,28	TAW	moscz	W	27,1	6	MIJZ-LIJZ	
5mm zeef	2	455-500	2,73-2,28	TAW	moscz	O	2,1	1	MIJZ-LIJZ	
handverzameld	2	489	2,39	TAW	moscz	W	31,8	1	MIJZ-LIJZ	
handverzameld	2	489	2,39	TAW	moz	W	74,4	9	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
handverzameld	2	489	2,39	TAW	moz	O	6	1	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
handverzameld	2	500	2,28	TAW	moz	W	27,9	1	(MIJZ-) LIJZ	
handverzameld	2	500-600	2,28-1,28	TAW	mozs	W	9,4	1	MIJZ-LIJZ	
handverzameld	2	500-600	2,28-1,28	TAW	moz	W	18,7	3	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	2	515-552	2,13-1,76	TAW	moz	W	17,3	18	(MIJZ-) LIJZ (-VROM)	
5mm zeef	2	515-552	2,13-1,76	TAW	mosz	W	18,8	1	MIJZ (-LIJZ)	
5mm zeef	2	552-600	1,76-1,28	TAW	mscoz	W	16,7	2	MIJZ (-LIJZ)	
5mm zeef	2	627-656	1,01-0,72	TAW	m	W	3,4	7	IJZ-ROM	
5mm zeef	2	627-656	1,01-0,72	TAW	mz	W	1	1	MIJZ-LIJZ	
5mm zeef	2	627-656	1,01-0,72	TAW	mzcz	W	3,4	1	MIJZ (-LIJZ)	
5mm zeef	2	656-700	0,72-0,28	TAW	m	W	0,1	1	IJZ-ROM	
5mm zeef	2	656-700	0,72-0,28	TAW	mz	W	3,8	1	MIJZ	
5mm zeef	2	754-800	-0,26- -0,72	TAW	mz	W	2,9	1	MIJZ	
totaal boring 2							334	88		
totalen TS							10,6	2	1 individu	
totalen TAW							323,4	86		
totaal 1+2							455,6	134		