

Onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten uit de vulling van een sloot en een profiel door een podium uit de Romeinse tijd in de Lionserpolder



BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

1711

DATUM

MEI 2025

AUTEUR

W. VAN DER MEER

Colofon

Titel:

BIAXiaal 1711

Onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten uit de vulling van een sloot en een profiel door een podium uit de Romeinse tijd in de Lionserpolder

Auteur:

W. van der Meer (Senior KNA specialist archeobotanie)

Opdrachtgever: Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed

Projectcode: LIHO23

Gemeente: Leeuwarden

Plaats: Leeuwarden

Toponiem: Lionserpolder

Archis Zaakidentificatie: 5459460100

Centrumcoördinaten vindplaats: 175.400 / 574.300

ISSN: 1568-2285

©BIAX *Consult*, Zaandam, 2025

Correspondentieadres:

BIAX

Symon Spiersweg 7-D2

1506 RZ Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

e-mail: vandermeer@biax.nl

www.biax.nl

1. Inleiding

1.1 ALGEMEEN

In september 2023 voerde de Rijksdienst voor Cultureel Erfgoed een proefsleuvenonderzoek uit binnen het meerjarig onderzoeksproject Lionserpolder (gemeente Leeuwarden).¹ Dit project vloeit voort uit archeologische waarnemingen die gedaan zijn in de periode tussen 2014 en 2016 en eerdere opgravingen in 2021.² Dit project richt zich met name op de periferie van een overslibde nederzetting uit de Romeinse ijzertijd, met de naam 'Het Eiland'. Binnen het natuurgebied Lionserpolder kunnen over langere tijd verschillende kleinschalige veldonderzoeken worden uitgevoerd om deze periferie in kaart te brengen.

De campagne van 2023 richt zich op enkele structuren die zijn vastgesteld bij geofysisch onderzoek (*Figuur 2*). Naast het zetten van boorraaien, zijn er vier putten gegraven. Twee profielen werden bemonsterd voor ecologisch onderzoek. In put 3 werd een doorsnede gemaakt van de flank van een podium. In het profiel waren hier de kwelderafzettingen (met vegetatiehorizont) zichtbaar, met daarop een ophogingslaag, waarvoor vermoedelijk plaggen zijn gebruikt. Hierop ligt een cultuurlaag, waarbij er sprake lijkt te zijn van een (afval)stort. Humeuze lagen in het profiel werden bemonsterd voor palynologisch onderzoek (*Figuur 3*). In put 4 werd een sloot aangetroffen. In het profiel door deze sloot is een pollenbak geslagen voor onderzoek van palynologisch materiaal en diatomeeën, alsook om de sloot te dateren door radiokoolstofdatering van organisch materiaal uit de vulling (*Figuur 4*). Het onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten is uitgevoerd door BIAX.

1.2 LANDSCHAP

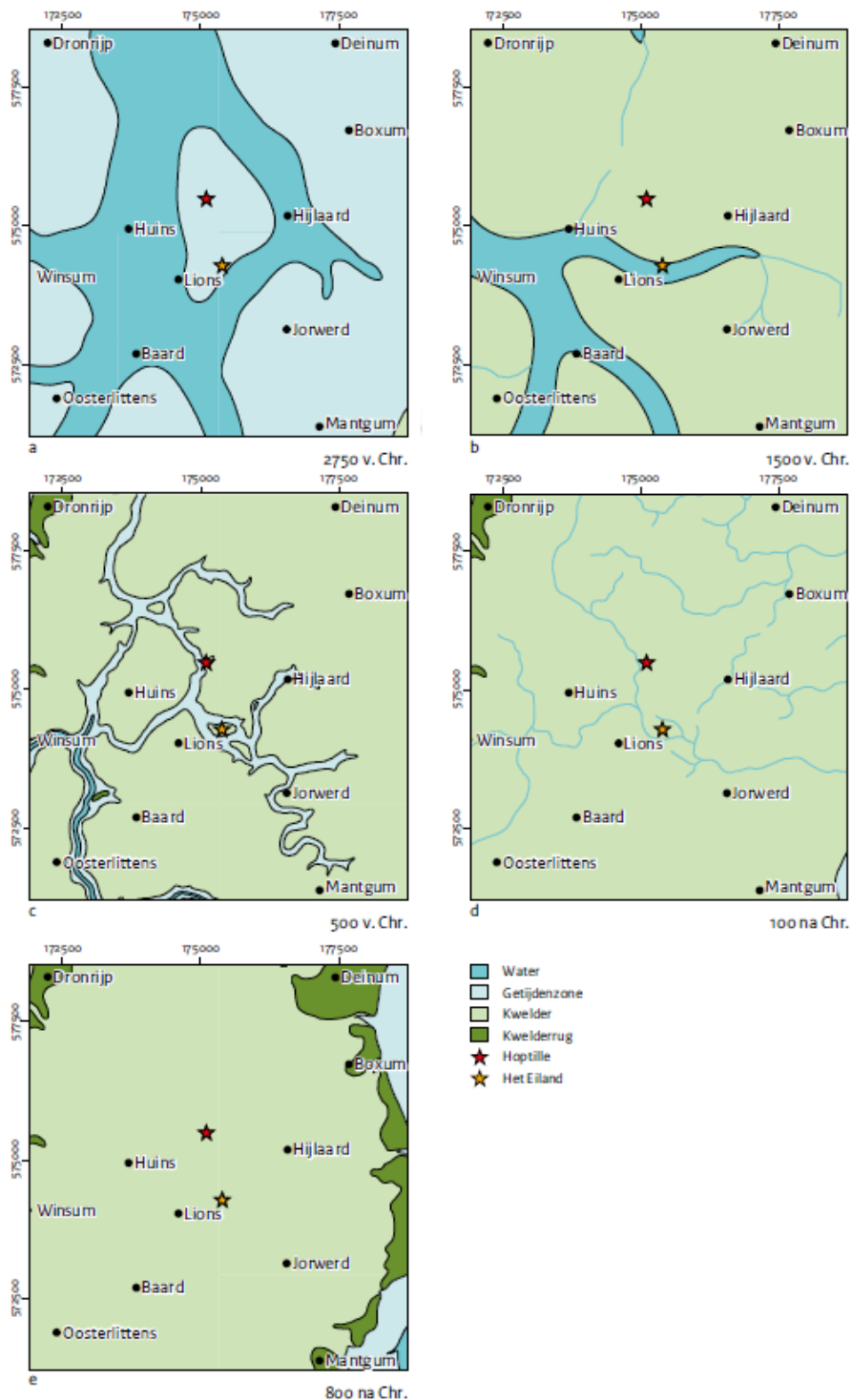
Lions ligt in Westergo, in het noordwesten van Friesland. Tussen 2750 en 1500 voor Chr. ontwikkelde het landschap hier zich vanuit een waddengebied tot een kweldergebied. Het getijdebekken van de oer-Borne vormde de verbinding van dit kweldergebied met de zee en hierlangs waterde ook het veengebied in het achterland af. Van 1500 tot 500 voor Chr. ontstond het krekenslandschap dat nog steeds zichtbaar is in de Lionserpolder. Rond 700-600 voor Chr. was bewoning van het landschap mogelijk.³ Tussen 600 voor Chr. en het begin van de jaartelling slibde het getijdebekken van de oer-Borne dicht, waarbij de kust steeds verder in noordelijke richting werd uitgebouwd. De Marne in het zuiden en de Middellzee in het oosten werden de belangrijkste waterlopen. In de Romeinse periode lag de vindplaats enkele kilometers ten westen van de kust van de Middellzee. Deze breidde zich daarna vanaf ca. 800 steeds verder landinwaarts uit. De krekens in het zuidoosten van Westergo hadden geen goede afwatering, en

¹ Van der Heiden & Feiken 2022.

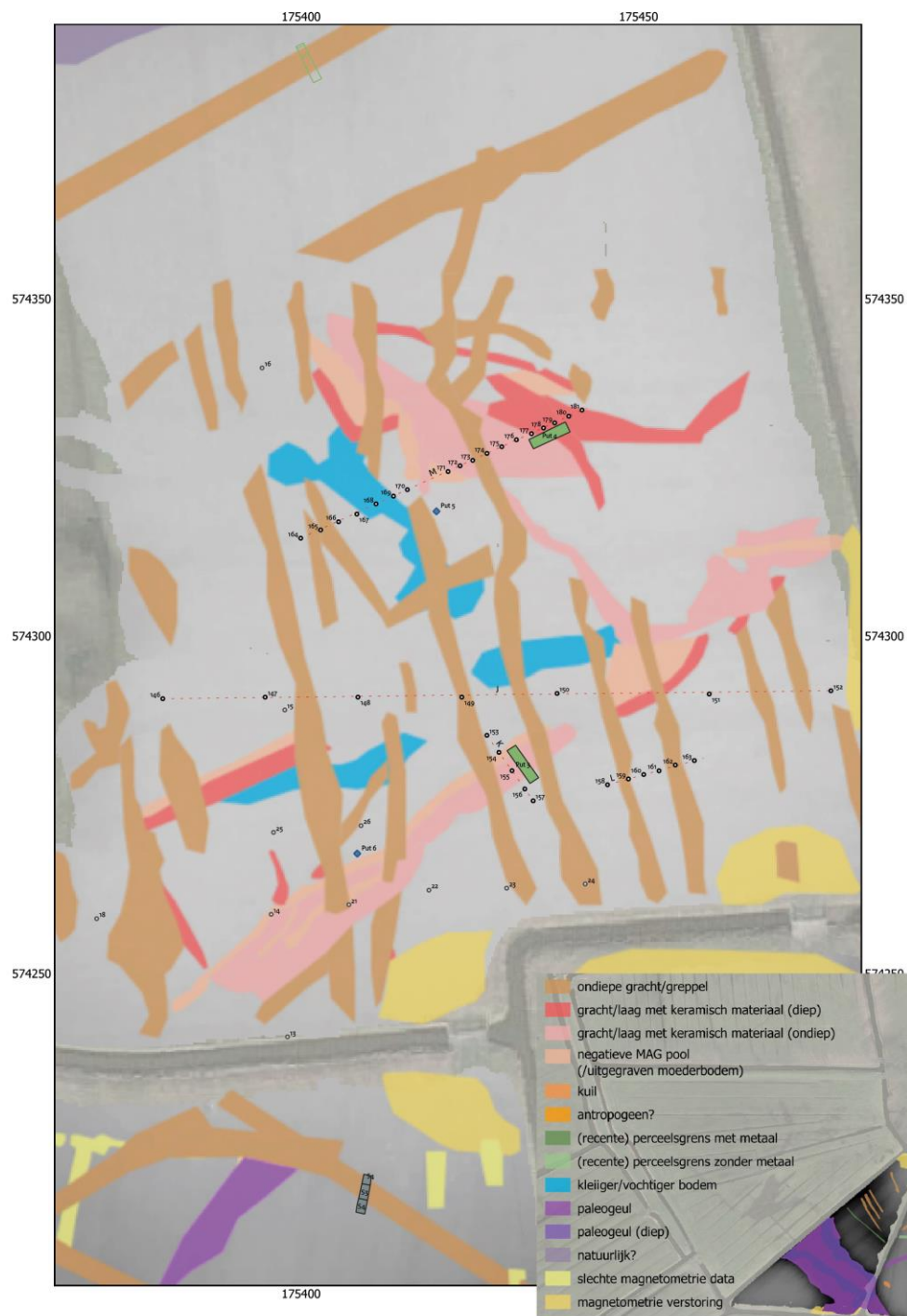
² Feiken & Van der Heiden 2018; Feiken *et al.* 2024.

³ Feiken & Van der Heiden 2023.

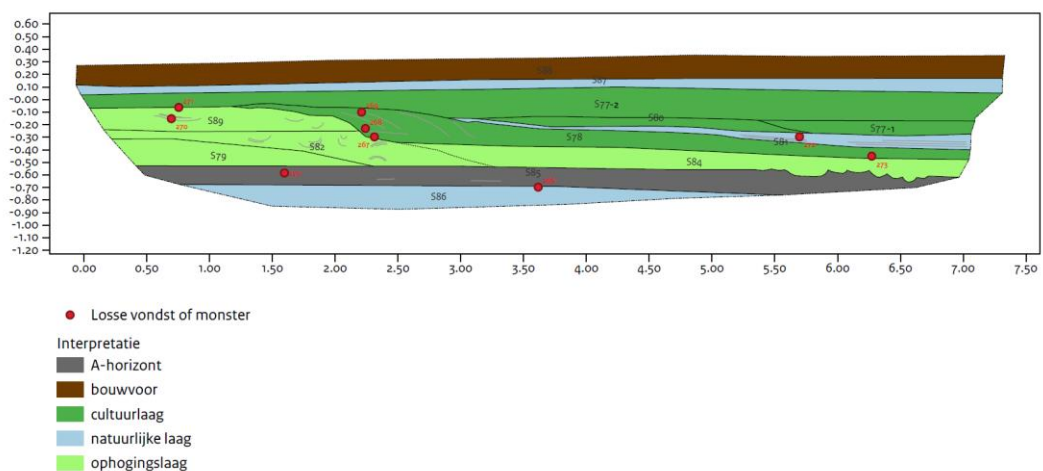
na de afzetting van een dik kleipakket in de Romeinse periode ontstonden hier meren en poelen in de lage delen van het landschap. In het noordoosten van het projectgebied ontstond zo het Hesensermeer. De vindplaats zelf ligt in dit lager gelegen gebied op een verhoging: 'Het Eiland' (zie *Figuur 1*).



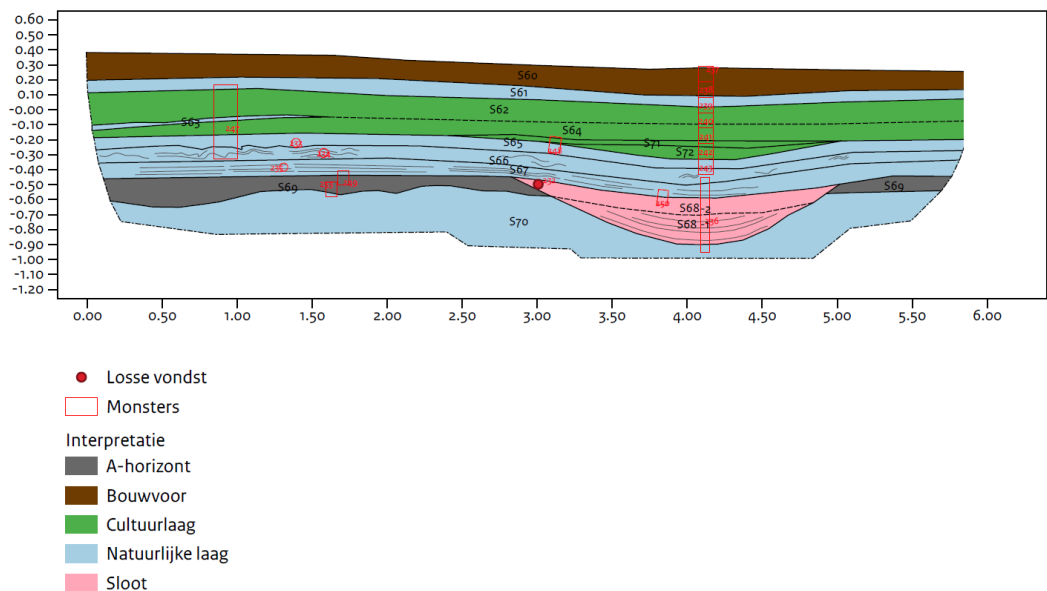
Figuur 1 Lions-Lionserpolder, Paleogeografische reconstructies voor de periode tussen 2750 v. Chr. en 800 n. Chr. van de regio rondom het onderzoeksgebied (naar: Vos & De Vries 2013; bron: Feiken & Van der Heiden 2018).



Figuur 2 Lions-Lionserpolder, de interpretatie van de door het geofysisch onderzoek aangetroffen anomalieën en de voorgenomen boringen en putten. NB met de term gracht in de legenda wordt een sloot bedoeld. Bron: De Kort & Feiken 2023.



Figuur 3 Lions-Lionserpolder, tekening van het westprofiel van proefput 3 met locatie van de pollenmonsters. Bron: De Kort & Feiken 2023.



Figuur 4 Lions-Lionserpolder, tekening van het noordprofiel van proefput 3 sloot S68. Bron: De Kort & Feiken 2023.

1.3 ONDERZOEKSVRAGEN

Voor het onderzoeksproject is een overkoepelend PvE opgesteld.⁴ Het meerjarige project in de Lionserpolder heeft zes inhoudelijke doelen:

- 1) Het in kaart brengen van het paleolandschap;
- 2) De potentie onderzoeken van de nog aanwezige geulen en sloten als bewaarplekken van paleobotanische resten;
- 3) Het opsporen van andere bewoningsplekken in het gebied;

⁴ Feiken & Van der Heiden 2020.

- 4) Het opsporen van archeologische resten buiten de bewoningsplekken (akkers, begravingen, (rituele) depots, dijken en paden) in het gebied;
- 5) Het vaststellen van de behoudenswaardigheid van de overslibde nederzetting Het Eiland en eventueel andere aangetroffen vindplaatsen.
- 6) Het ontwikkelen en inzetten van methoden om dergelijke landschappen en archeologische vindplaatsen in kaart te brengen en te waarderen.

Dit ecologisch onderzoek heeft een functie bij doelen 1 en 2. Als onderzoeksvragen kunnen de vragen worden aangehouden die bij het ecologisch onderzoek van de eerste campagne werden geformuleerd.

- Wanneer is de sloot gegraven?
- Wanneer is de sloot opgevuld?
- Wat voor aanwijzingen zijn er in de sloot en in het podium voor akkerbouw- of andere economische activiteiten?
- Hoe zag door de tijd heen het landschap rondom de nederzetting eruit?

2. Materiaal en methoden

2.1 DEELPROCESSEN

2.1.1 Deelproces 1: voorbereiding veldwerk

Het PVA specialistisch onderzoek is opgesteld door de RCE. Er zijn door BIAX geen aanvullende voorbereidingen gedaan.

2.1.2 Deelproces 2: veldwerk

De sloot in put 4 werd in het veld bemonsterd door de RCE met een pollenbak (vnr 236). Daarnaast heeft het veldwerkteam samen met BIAX nog zeven bulkmonsters genomen voor onderzoek van palynologisch materiaal uit de vegetatiehorizont (spoor 85), ophogingslaag (spoor 89), natuurlijke laag (spoor 81) en cultuurlaag (spoor 78) in het noordprofiel van put 3.

2.1.3 Deelproces 3: evaluatiefase veldwerk

Na het veldwerk werden door de RCE en BIAX in de werkplaats van de RCE submonsters genomen uit een pollenbak (vnr 236). Hierbij werd de vulling van de sloot (spoor 68) per ca. 5 centimeter bemonsterd voor onderzoek van palynologisch materiaal en diatomeeën. Zandige laagjes werden hierbij vermeden. Deze monsters werden met een pons gestoken. Dit onderzoek dient om het diachrone aspect van de milieuveranderingen in de sloot en daaromheen in beeld te brengen.

Later werd de pollenbak op het laboratorium van BIAX bemonsterd voor onderzoek van botanische macroresten. Dit onderzoek dient om informatie te verkrijgen over de lokale vegetatie en/of ingespoelde plantaardige resten. Een belangrijk tweede doel was om botanische macroresten uit de slootvulling te selecteren voor koolstofdatering. Deze dateringen zouden een chronologisch

kader verschaffen om de onderzoeksresultaten binnen te plaatsen. De submonsters voor onderzoek van botanische macroresten hadden de vorm van plakken van 2 cm dik, uit de pollenbak gesneden ter hoogte van de al genomen submonsters voor onderzoek van palynologisch materiaal en diatomeeën. Toen deze submonsters onvoldoende botanische macroresten bleken te bevatten voor koolstofdatering zijn er boven/onder deze dieptes aanvullende plakken van 2 cm gesneden, net zo lang tot er voldoende materiaal verzameld kon worden. Uiteindelijk zijn er uit drie submonsters botanische macroresten verzameld voor datering.

De genomen (sub)monsters zijn vervolgens opgewerkt volgens de standaard methoden. Een belangrijk verschil hierbij is dat de palynologische monsters werden geacetolyseerd. Dit is een zuurbehandeling waarbij een groot deel van het organisch materiaal wordt opgelost. De monsters voor diatomeeënonderzoek werden niet geacetolyseerd, omdat de zuurbehandeling de meeste kiezelskeletjes zou oplossen.

Daarna is een inventarisatie uitgevoerd om de concentratie en conservering van de resten te bepalen. Op grond van deze resultaten is een waardering uitgevoerd. Daarna is een voorstel voor selectieadvies opgesteld en dit is overhandigd aan de RCE.⁵ De pollenmonsters en macrorestenmonsters zijn door BIAx onderzocht, de diatomeeënmonsters door Bureau Waardenburg.

2.1.4 Deelproces 4: analyse en rapportage

Op basis van het voorstel voor selectieadvies heeft de RCE een keuze gemaakt voor het vervolgonderzoek. Alle monsters zijn geselecteerd voor analyse. Dit verslag behandelt de resultaten van de analyse van het palynologisch materiaal en de botanische macroresten. Het diatomeeënonderzoek wordt elders besproken.⁶

2.2 PALYNOLOGISCHE MONSTERS

Een overzicht van alle onderzochte palynologische monsters is weergegeven in *Tabel 1*. De locatie van de monsters uit de pollenbakken is weergegeven in *Bijlage 1*. De pollenmonsters zijn opgewerkt tot pollenpreparaten volgens de standaardmethode van Erdtman, waarbij *markers* zijn toegevoegd om de concentratie palynologische resten (pollen, sporen en niet-pollen palynomorfen) te bepalen. De bereiding is uitgevoerd onder leiding van M. Hagen van het Laboratorium voor Sedimentanalyse van de Vrije Universiteit van Amsterdam.

Het aanwezige pollen is geteld tot een totaalpollensom van 600 met een doorvallend-lichtmicroscop (maximaal 10x100).⁷ Nomenclatuur volgt de 23^e druk van de Heukels' Flora van Nederland, naamgeving van de pollentypen is gebaseerd op Beug en Punt *et al.*⁸ M. van Waijen voerde de pollenanalyse uit.

⁵ Van der Meer & Van Waijen 2023; Cvetkoska 2024a.

⁶ Cvetkoska 2024b.

⁷ Gebruikte determinatiewerken zijn: Punt *et al.* 1976-2009; Moore *et al.* 1991; Beug 2004. Voor Non-Pollen Palynomorfen zie Miola 2012.

⁸ Van der Meijden 2005; Beug 2004; Punt *et al.* 1976-2009.

De resultaten van de pollenanalyse worden weergegeven in tabelvorm, met percentages op basis van de totaalpollensom. De indeling van de tabel berust op de verdeling van de pollentypen in basale gebruiks- en vegetatiecategorieën. Het softwarepakket Rioja is gebruikt voor een grafische weergave van de palynologische resultaten.⁹ Bij de interpretatie van de analyseresultaten is gebruik gemaakt van enkele ecologische standaardwerken.¹⁰

Tabel 1 Leeuwarden-Lionserpolder, metadata van de pollenmonsters.

put	vlak	spoor	vondst	vulling	subnr	mNAP	labcode	vol.	spooraard	datering
4	101	68	236	1	p1	-0.92	BX10744	4 ml	slootvulling	500-600
4	101	68	236	1	p2	-0.90	BX10745	4 ml	slootvulling	500-600
4	101	68	236	1	p3	-0.81	BX10746	4 ml	slootvulling	500-600
4	101	68	236	1	p4	-0.77	BX10747	4 ml	slootvulling	500-600
4	101	68	236	2	p5	-0.73	BX10748	4 ml	slootvulling	500-600
4	101	68	236	2	p6	-0.70	BX10749	5 ml	slootvulling	500-600
4	101	68	236	2	p7	-0.66	BX10750	5 ml	slootvulling	500-600
3	102	78	267	.	.	-0.30	BX10751	4 ml	cultuurlaag	800-900
3	102	78	268	.	.	-0.24	BX10752	3 ml	cultuurlaag	800-900
3	102	78	269	.	.	-0.05	BX10753	3 ml	cultuurlaag	800-900
3	102	89	270	.	.	-0.15	BX10754	3 ml	ophogingslaag	200-300
3	102	89	271	.	.	-0.03	BX10755	3 ml	ophogingslaag	200-300
3	102	81	272	.	.	-0.30	BX10756	4 ml	natuurlijke laag	800-900
3	102	85	275	.	.	-0.59	BX10757	3 ml	vegetatiehorizont	200-300

2.3 BOTANISCHE-MACRORESTENMONSTERS

De submonsters zijn ze met leidingwater gezeefd over een zeef met maaswijdte van 0,25 mm. *Tabel 2* geeft een overzicht van de monsters. De zeefresiduen zijn in hun geheel onderzocht met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met een vergroting van maximaal 10x10. De analyse is uitgevoerd door W. van der Meer. Tijdens de analyse zijn de herkenbare plantaardige resten op basis van hun morfologische kenmerken gedetermineerd. Voor determinatie is de gebruikelijke determinatieliteratuur en de vergelijkingscollectie van BIAx gebruikt.¹¹ Nomenclatuur volgt de 23^e druk van de Heukels' Flora van Nederland.¹² De analyse heeft geleid tot een lijst van taxa met het aantal macroresten, of een abundantiescore. Om deze soortenlijst te ordenen zijn cultuurgewassen onderscheiden van wilde soorten. De cultuurgewassen zijn vervolgens ingedeeld in categorieën gebaseerd op hun economische rol. De wilde planten zijn ingedeeld in standplaatscategorieën. Bij de interpretatie van de analyseresultaten is gebruik gemaakt van enkele ecologische standaardwerken.¹³

⁹ Juggins 2019.

¹⁰ Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; Schaminee *et al.* 1995, 1996, 1998, 1999.

¹¹ Berggren 1969, 1981; Anderberg 1994; Cappers *et al.* 2006; Körber-Grohne 1964, 1991; Tomlinson 1985.

¹² Van der Meijden 2005.

¹³ Weeda *et al.* 1985, 1987, 1988, 1991, 1994; Schaminee *et al.* 1995, 1996, 1998, 1999; Tamis *et al.* 2004.

Tabel 2 Leeuwarden-Lionserpolder, metadata van de monsters voor macrorestenonderzoek en koolstofdatering.

put	spoor	vondst	vulling	subnr	mNAPmin	mNAPmax	volume	spoor aard
4	68	236	1	m1	-0.91	-0.93	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m2a	-0.89	-0.91	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m2b	-0.87	-0.89	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m3a	-0.80	-0.82	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m3b	-0.78	-0.80	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m4	-0.76	-0.78	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m5a	-0.74	-0.76	60 ml	slootvulling
4	68	236	1	m5b	-0.72	-0.74	60 ml	slootvulling
4	68	236	2	m6a	-0.69	-0.71	60 ml	slootvulling
4	68	236	2	m6b	-0.67	-0.69	60 ml	slootvulling
4	68	236	2	m7a	-0.65	-0.67	60 ml	slootvulling
4	68	236	2	m7b	-0.63	-0.65	60 ml	slootvulling

2.3.1 Selectie van materiaal voor koolstofdatering

Een beredeneerde selectie van organisch materiaal is van belang om het verschil tussen de ¹⁴C-ouderdom en de werkelijke ouderdom zoveel mogelijk te beperken. Botanische macroresten vormen een goede basis voor koolstofdatering, aangezien zij de vegetatie tijdens depositie vertegenwoordigen en na depositie meestal immobiel zijn. Om het hard-watereffect, waarbij opgenomen niet-atmosferisch koolstof wordt gedateerd, te voorkomen, werden macroresten van terrestrische planten geselecteerd.¹⁴ Bij afwezigheid van landplanten werden macroresten gekozen van moerasplanten, die soms een beperkte mogelijkheid hebben om opgelost anorganisch koolstof te assimileren.¹⁵ De macroresten voor koolstofdatering zijn genomen uit submonsters 1 en 2a (0,89-0,93 m -NAP), submonsters 4, 5a en 5b (0,72-0,78 m -NAP) en submonster 6a en 6b (0,67-0,71 m -NAP).

2.4 KWALITEITSBORGING EN ARCHIVERING

De werkzaamheden zijn uitgevoerd conform de richtlijnen in de vigerende KNA, het protocol Specialistisch onderzoek (BRL 4006) en het interne kwaliteitshandboek van BIAx.

De pollenbak en zeefresiduen zijn na analyse geretourneerd. Bijzondere plantenresten en pollenpreparaten zijn in verband met kwetsbaarheid opgeslagen in het archief van BIAx. De onderzoeksgegevens zijn na twee jaar beschikbaar via www.biax.nl en na archivering door de opdrachtgever in DANS

3. Resultaten

3.1 KOOLSTOFDATERING

De resultaten van de selectie, metingen en successievelijke kalibratie van de monsters worden weergegeven in **Fout! Ongeldige bladwijzerverwijzing.** en

¹⁴ Philipsen 2013.

¹⁵ Zie o.a. Marcenko et al. 1989; Törnqvist et al. 1992.

Tabel 4. Om de sequentie te dateren zijn botanische macroresten voor koolstofdatering verzameld uit de basis, het midden en de top van slootvulling spoor 68. Uit de top (0,67-0,71 m-NAP) kon alleen voldoende gewicht worden behaald wanneer daarbij verkoold materiaal werd meegenomen in de datering. De botanische macroresten tezamen met het verkoolde materiaal uit de top zijn gedateerd, en komen uit in de periode 357 voor Chr. tot 123 na Chr. Het verkoolde materiaal heeft vermoedelijk te maken met verspitting van oude lagen uit de ijzertijd in de vroege middeleeuwen en de datering wordt daarom als niet-betrouwbaar beschouwd voor de datering van de sloot. De datering van de top van de slootvulling wordt daarom niet meegenomen in onderstaande bespreking.

De macroresten uit het onderste deel van de slootvulling (0,89-0,93 m-NAP) zijn afkomstig van kwelderplanten, wat goed overeenkomt met de sterke vertegenwoordiging van kwelderplanten in de pollenmonsters op deze diepte. Het kan daarom worden aangenomen dat deze macroresten inderdaad van de toenmalige vegetatie afkomstig zijn en dat het onderste deel van de vulling is afgezet tussen 423 en 561 na Chr. Uit de laag daarboven (0,72-0,78 m-NAP) zijn vervolgens vlierpitten uit de periode 240-414 na Chr. (her)afgezet. De vlierpitten in het midden van de slootvulling zijn ouder dan de macroresten van kwelderplanten eronder, een aanwijzing voor verspoeling of herwerking van de pitten. Vlierpitten zijn zeer robuust en kunnen in een vochtige omgeving lang bewaard blijven.

Tabel 3 Lions-Lionserpolder, macroresten geselecteerd voor ¹⁴C-datering. Verklaring: (v) = verkoold materiaal.

spoor	vondst	vulling	subnr	mNAPmax	mNAPmin	geselecteerd
68	236	1	1, 2a	-0.89	-0.93	Triglochin maritima, vrucht, 4; Atriplex patula-type, vrucht, 2; Juncus gerardii, zaad, 304; Salicornia, zaad, 41; Spergularia marina/media, zaad, 3; Artemisia, vrucht, 3; Chenopodiaceae, vrucht, 2
68	236	1	4, 5a, 5b	-0.72	-0.78	Sambucus, frm ++
68	236	2	6a, 6b	-0.67	-0.71	Triticum dicoccon, kafbasis (v), 1; Lolium perenne-type, vrucht (v), 1; Poaceae, stengelfragment (v), 2

Tabel 4 Lions-Lionserpolder, resultaten ¹⁴C-datering.

labcode	spoor	vondst	vul.	subnr	mNAPmax	mNAPmin	BP	SD	van	tot
GrM-37477	68	236	1	1, 2a	-0.89	-0.93	1575	30	423 n.C.	561 n.C.
GrM-39219	68	236	1	4, 5a, 5b	-0.72	-0.78	1730	45	240 n.C.	414 n.C.
GrM-37405	68	236	2	6a, 6b	-0.67	-0.71	2070	80	357 v.C.	123 n.C.

3.2 POLLEN

De resultaten van de pollenanalyse worden in tabelvorm weergegeven als *Bijlage 2*, alsook grafisch in de vorm van de pollendiagrammen (*Bijlage 3* en *Bijlage 4*). *Figuur 5* **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.** t/m *Figuur 8* zijn vereenvoudigde pollendiagrammen.

3.2.1 Proefput 4, sloot S68

De conservering van het pollen is redelijk tot goed, waarbij de onderste drie monsters de beste conservering hebben. De concentratie pollen ligt tussen de ca. 27.000 en 174.000 pollen/cm³. Er lijkt in geen van de preparaten sprake te zijn van een sterke selectieve corrosie.¹⁶ Pollen van de grassenfamilie en de ganzenvoetfamilie komt soms in aggregaten voor.

Pollen van de ganzenvoetfamilie en de grassenfamilie hebben een groot aandeel in elk monster, maar in sommige monsters treden ook andere typen naar de voorgrond. Ook zijn er duidelijke trends waarneembaar: een afnemend percentage pollen van kustvegetatie en een toenemend percentage boompollen.

De sequentie is op het oog in drie pollenzones te verdelen. De eerste zone bevat de onderste twee monsters (0.92 en 0.90 m -NAP). In deze zone is het percentage boompollen het laagst (ca. 15%) en het percentage kustplanten het hoogst (ca. 20%). De tweede zone bevat de monsters tussen 0.81 en 0.70 m -NAP. Het percentage boompollen is dan ca. 20% en het percentage pollen van kustplanten ca. 5-10%. Ook is het percentage van planten van natte standplaatsen toegenomen, sporen van het niervaren-type en veenmos in het bijzonder. De derde zone bevat alleen het bovenste monster op 0.66 m -NAP. Het boompollenpercentage is dan 40% en er is een sterke daling in pollen van de ganzenvoetfamilie.

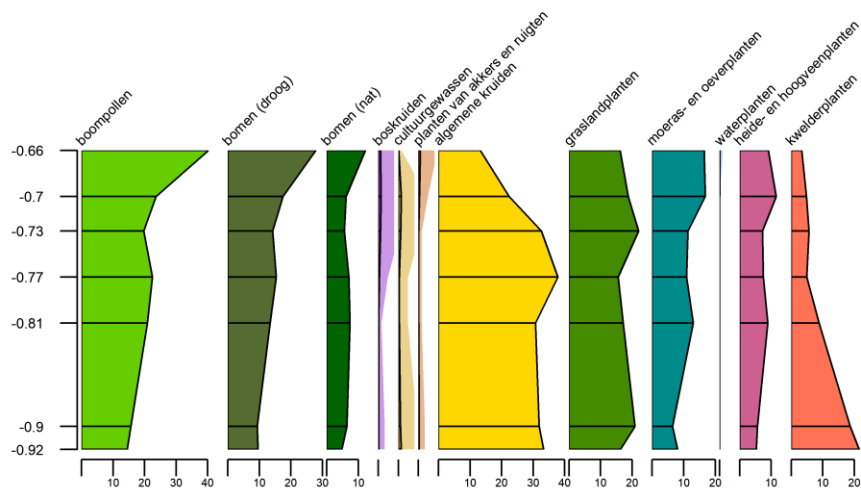
In alle monsters is pollen van cultuurgewassen aangetroffen. Het aandeel cultuurgewassen is het laagst in het bovenste monster. Het betreft voornamelijk pollen van het granen-type, dat in een aantal gevallen verder kon worden gesplitst in het gerst/tarwe-type en het rogge-type. Het rogge-type kwam slechts éénmaal voor. Daarnaast is ook pollen van het tuinboon-type aangetroffen.

Tenslotte bevatten de monsters nog enkele indicatieve non-pollen-palynomorfen (NPP), die in drie groepen kunnen worden verdeeld. De eerste bestaat uit skeletjes van enkele diatomeeën en andere mariene organismen, zoals de skeletjes van *Podosira stelliger*. De skeletjes van deze taxa zijn echter zo resistent dat ze ook herhaaldelijke herwerking overleven. Ze moeten dus niet worden gezien als resten van de aquatische organismen in de sloot, maar als indicatoren voor depositie van marien materiaal. Voor informatie over het aquatisch milieu zijn aparte (niet-geacetolyseerde monsters) onderzocht.¹⁷ De tweede groep is die van mestindicatoren, bestaand uit sporen van coprofiele schimmels, en een eitje van de darmparasiet spoelworm, hiervan zijn er enkele

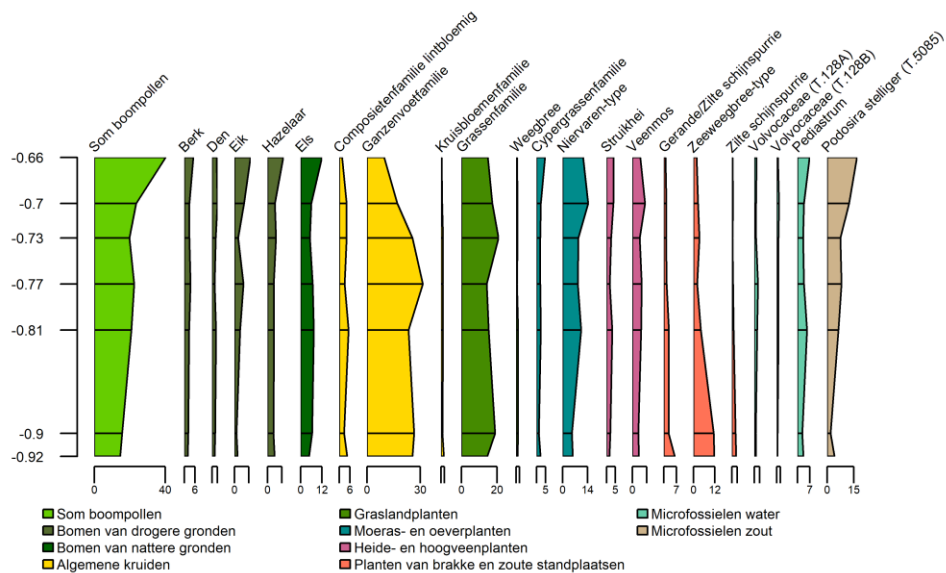
¹⁶ Selectieve corrosie is het verschijnsel dat minder resistente pollentypen als eerste vergaan, waardoor het pollenspectrum ten tijde van analyse veranderd is ten opzichte van het oorspronkelijke, Havinga 1963.

¹⁷ Cvetkoska 2024b.

aangetroffen in de monsters. Ook zijn er nog sporen van de schimmel *Tilletia sphagni*, een schimmelsoort die voorkomt op veenmos.



Figuur 5 Lions-Lionerpolder, percentages van de verschillende onderscheiden pollengroepen in spoor 68 in proefput 4 (V236). Op de y-as de hoogte NAP (m).



Figuur 6 Lions-Lionerpolder, pollenpercentages van de meest voorkomende typen pollen en NPP's in spoor 68 in proefput 4 (V236). Op de y-as de hoogte NAP (m).

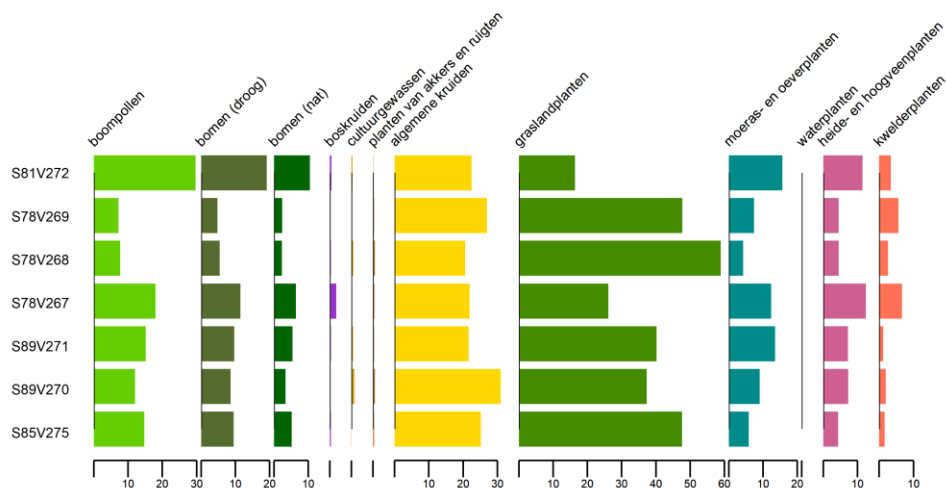
3.2.2 Proefput 3, profiel podium

Hier worden de resultaten beschreven van de pollenanalyse van monsters die genomen zijn uit het profiel door het podium. De conservering van deze is overwegend redelijk. Alleen het monster (vnr 275) uit de vegetatiehorizont (spoor 85) bevat goed geconserveerd pollen. De pollenconcentratie van de losse monsters uit het profiel van proefput 3 varieert sterk: tussen ca. 2.000 en 242.000 pollen/cm³. Er lijkt in geen van de preparaten sprake te zijn van een sterke selectieve corrosie. Pollen van de grassenfamilie, de ganzenvoetfamilie, de kruisbloemenfamilie en lintbloemige composieten komt soms in aggregaten voor.

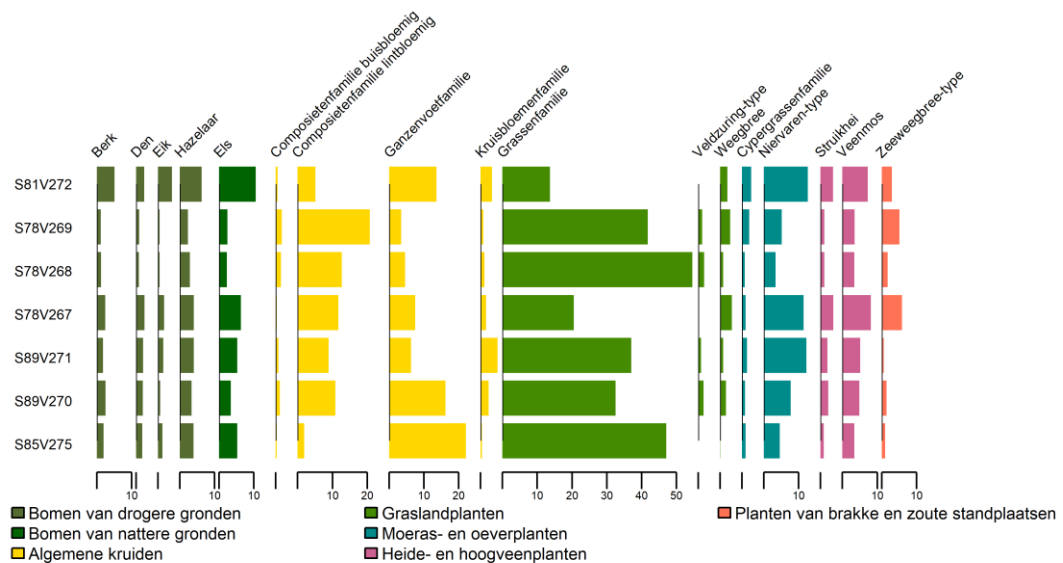
De grassenfamilie is consistent één van de beter vertegenwoordigde pollentypen in de monsters uit het profiel. Pollen van de ganzenvoetfamilie of van lintbloemige composieten vormen de tweede grote groep. Verder zijn er veel sporen van het niervaren-type aanwezig, van zeewegbree en van veenmos. Het percentage boompollen is laag (7-18%), met uitzondering van de natuurlijke laag spoor 81 (30%).

Bijna alle monsters bevatten pollen van cultuurgewassen, alleen het onderste monster uit de cultuurlaag (vondst 267) niet. Het is uitsluitend pollen van granen, waarbij naast het granen-type ook het gerst/tarwe-type en het tarwe-type aanwezig zijn. Het tarwe-type is slechts één keer gedetermineerd.

De monsters bevatten ook diverse indicatieve *non-pollen palynomorfen*. Dit zijn hoofdzakelijk de sporen van mestschimmels, die een relatief groot aandeel hebben in de cultuurlaag (spoor 78) en ophogingslaag (spoor 89).



Figuur 7 Lions-Lionserpolder, percentages van de verschillende onderscheiden pollengroepen in het profiel van proefput 3.



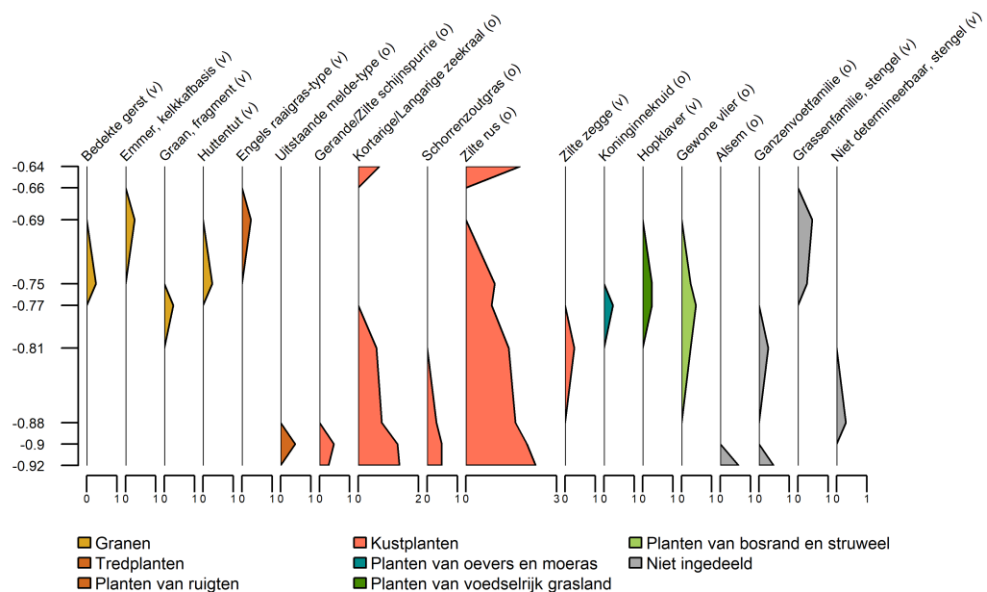
Figuur 8 Lions-Lionserpolder, pollenpercentages van de meest voorkomende typen pollen en NPP's in het profiel van proefput 3.

3.3

BOTANISCHE MACRORESTEN

Bijlage 5 toont de resultaten van de analyse van botanische macroresten in tabelvorm. *Figuur 9* geeft een overzicht van de aangetroffen resten. De conservering van de botanische macroresten in spoor 68 is slechts matig onderin de sloot en deze wordt slechter vanaf ca. -0,75 mNAP richting de top. De meeste botanische macroresten bestaan uit de zeer kleine zaden van zilte rus, waarvan er honderden zijn aangetroffen, met name onderin de sloot. Ook de zaden van zeekraal zijn vrij vaak aangetroffen. Taxa van kustvegetatie zijn sterk vertegenwoordigd in de onderste vijf monsters en in het bovenste. Tussen -0,77 en -0,66 mNAP zijn er ook resten van cultuurgewassen en soorten uit een niet-brak milieu aangetroffen. Veel van deze resten waren verkoold. De aangetroffen cultuurgewassen zijn bedekte gerst, emmertarwe en huttentut. Ook is er een niet verder te determineren fragment van een graankorrel aangetroffen.

Behalve botanische macroresten zijn er resten van andere organismen aangetroffen, alsook archeologische resten. Deze worden opgesomd in *Bijlage 5* en in dit verslag niet in detail besproken. Het zijn resten van diverse waterorganismen, zoals beenvissen, zeeduizendpoten, watervlooien, mosselkreeften etc. De archeologische resten bestaan uit enkele zeer kleine fragmenten aardewerk en verkoold materiaal tussen -0,82 en -0,65 mNAP.



Figuur 9 Lions-Lionserpolder, logaritmische transformatie ($\log_{10}(x+1)$) van aantallen botanische macroresten in spoor 68 in proefput 4 (V236). Op de y-as de hoogte NAP (m).

4. Discussie

4.1 FORMATIE VAN HET ECOLOGISCH MATERIAAL

Productie, transport en depositie van pollen en botanische macroresten zijn van vele factoren afhankelijk. Veel van deze aspecten worden nog niet geheel begrepen, of zijn niet te reconstrueren. Voor de interpretatie van luchtgetransporteerd pollen in afzettingen is het model van Prentice/Sugita nuttig.¹⁸ Volgens dit model is het pollen in een afzetting te scheiden in gehomogeniseerd pollen afkomstig uit een groter brongebied en locatiespecifiek pollen uit een beperkt brongebied rond de afzetting. In een sloot als spoor 68 zal ook watergetransporteerd ecologisch materiaal aanwezig zijn. De sloten maakten deel uit van een netwerk van waterlopen in een getijdegebied waar ook overstromingen hebben plaats gevonden. Er zal dus transport van pollen en botanische macroresten met water zijn geweest vanuit het achterland of vanuit zee. Dit geldt eveneens voor de aanwezige resten van dierlijke waterorganismen. Bij perioden van verhoogde mariene activiteit kunnen palynologische resten over grote afstand worden vervoerd. Palynologische mariene indicatoren werden bijvoorbeeld aangetroffen in afzettingen uit de Romeinse periode in het Boornedal bij Oldeboorn.¹⁹ Het getransporteerd materiaal kan veel ouder zijn dan het moment waarop de depositie plaatsvond, door de herwerking van oude

¹⁸ Prentice 1985; Sugita 1994.

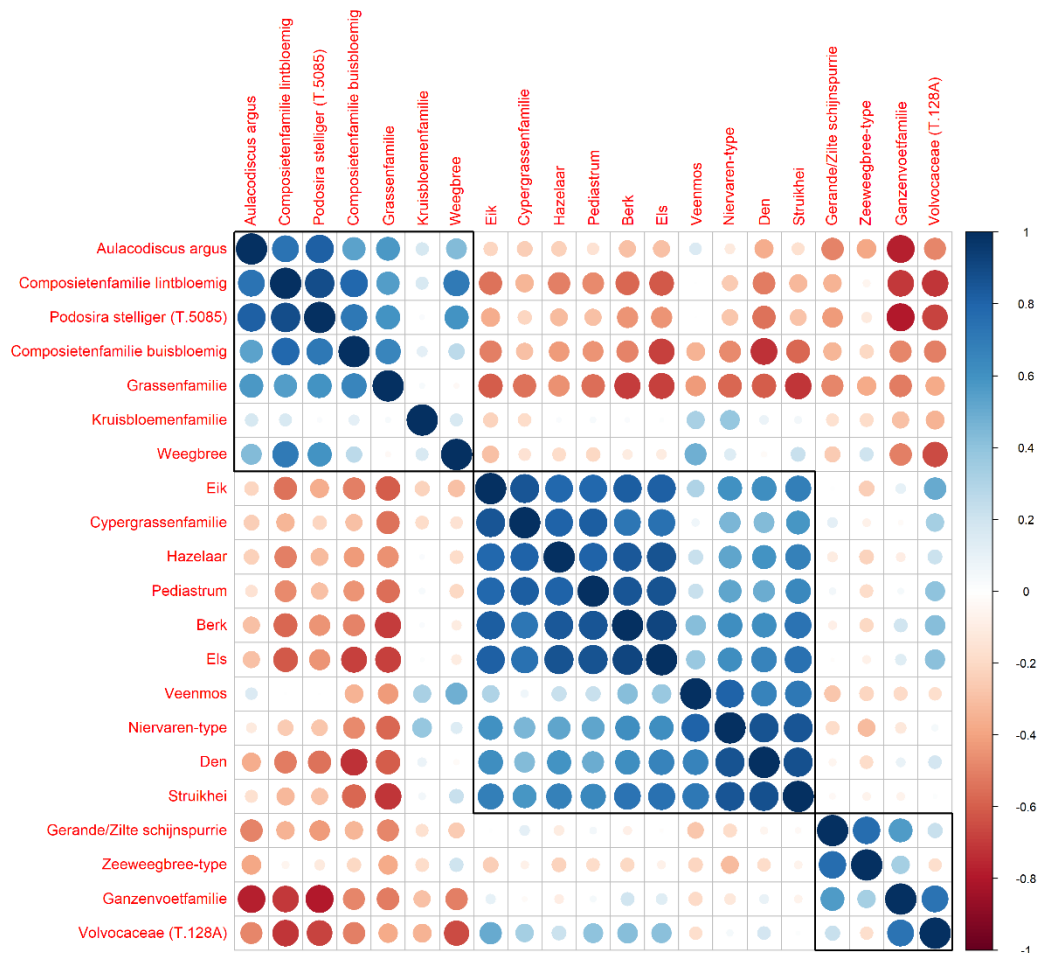
¹⁹ Smit & Brinkkemper 2012.

afzettingen met organisch materiaal. Dit herwerkte materiaal kan (onder andere) bestaan uit mariene afzettingen of oude veenlagen. Ook lokaal werd mogelijk materiaal herwerkt door het uitgraven en uitbaggeren van de sloten.

Micromorfologisch onderzoek van de in 2021 onderzochte sloten toonde aan dat er sprake is van een complexe opbouw van de slootvullingen.²⁰

Alle pollenmonsters die hier zijn onderzocht bevatten pollen dat niet uit de direct omliggende vegetatie afkomstig is. Het duidelijkst is dit bij het pollen van spar en zilverspar, twee uitheemse soorten die voorkomen in Scandinavië en Centraal Europa. Bij eerder onderzoek werd vastgesteld dat er in profielen door sloten binnen de Lionserpolder een positieve correlatie is van pollen van bomen, struikheide en sporen van veenmos met de mariene diatomeeën in de pollenmonsters. Deze correlatie is in dit profiel minder duidelijk. Wel zijn er drie duidelijk correlerende groepen pollentypen herkenbaar (*Figuur 10*). Deze groepen kunnen worden omschreven als kustplanten, graslandplanten en algemene kruiden met resistente mariene diatomeeën en bomen met moerasplanten en heide- en hoogveenplanten. Deze figuur geeft ook duidelijk aan dat de ganzenvoetfamilie bij de kustplanten kan worden ingedeeld, in plaats van de groep 'Kruiden algemeen'. De vraag is nu, welke van deze groepen pollentypen als lokaal mogen worden beschouwd.

²⁰ Feiken *et al.* 2024, 90-105.



Figuur 10 Lions-Lionserpolder, correlatieplot van de pollentypen met een relatieve frequentie van 100% (d.w.z. in alle monsters aanwezig). De kleur blauw geeft een positieve correlatie aan, rood een negatieve. De tint en de grootte correspondeert met de graad van correlatie.

Om inzicht te krijgen in welk pollen uit de omgeving van de sloot komt, zijn de resultaten van het diatomeeënonderzoek gebruikt. Het onderzoek van diatomeeën had tot doel om het aquatisch milieu te reconstrueren.²¹ Dit milieu wisselde sterk in de opvullingsgeschiedenis van de sloot. Hieronder worden in parafrase de conclusies van de onderzoekers herhaald, de monsternummering is hierbij aangepast in lijn van de nummering van de pollen- en macrorestenmonsters.

- Monster 1 en 2, 0,92 tot 0,90 m -NAP: een aquatisch milieu zoals dat wordt aangetroffen in kwelders met weinig en/of geen getijdenwerking. In de sloot groeide veel vegetatie en het waterpeil was laag.

²¹ Cvetkoska 2024b.

- Monsters 3 en 4, 0,81 tot 0,77 m -NAP: een fase waarin de invloed van de zee toeneemt. De waterstanden worden hoger, maar de kwelder ligt nog wel boven het gemiddelde hoogwaterniveau. Er is instroom van zoet water in de vorm van kleine rivieren en/of als regenwater. Tevens zijn er aanwijzingen voor tijdelijke droge perioden die hoogstwaarschijnlijk resulteerden in minder beschikbaar zoetwater.
- Monster 5, 0,73 m -NAP: Er is een verdere verhoging van mariene invloed. Het sedimentaire milieu was een kwelder en/of getijdeflat rond de gemiddelde hoogwaterstand.
- Monster 6, 0,70 m -NAP: In de volgende fase zijn er weer minder indicatoren voor mariene invloed en lijkt er sprake te zijn voor een kwelder met lagere waterniveau's en meer invloed van zoetwater. Er is een (regenwater gevoed?) zoetwatersysteem in de omgeving aanwezig.
- Monster 7, 0,66 m -NAP: Tenslotte neemt de invloed van de zee weer toe en kan gesproken worden van een 'diepere/bredere mariene tot marien-brakke getijvlakte/zoute kwelder'. Ook is er een (regenwater gevoed?) zoetwatersysteem in de omgeving aanwezig.

Bij eerder onderzoek van sloten binnen het onderzoeksgebied werd al vastgesteld dat er sprake was van watergetransporteerd pollen in dergelijke slootvullingen.²² Dit pollen heeft geen relatie met de vegetatie in de directe omgeving van de vindplaats op moment van afzetting. Daarbij werd de verwachting geuit dat het aandeel watergetransporteerd pollen varieert naar gelang de mate activiteit van de zee of het zoetwatersysteem in het achterland.

Correlatie van de diatomeeënmonsters, als bron van informatie over het aquatisch milieu, met de pollenmonsters kan mogelijk meer inzicht geven over welk pollen een meer lokale herkomst heeft en welk pollen watergetransporteerd is. Omdat *Figuur 10* aangeeft dat de belangrijkste pollentypen binnen de pollengroep onderling een sterk positieve correlatie hebben, is een figuur gemaakt (*Figuur 11*) op basis van een correlatiematrix met de pollengroepen en de diatomeeën ingedeeld op basis van hun milieu. De ganzenvoetfamilie is hierbij ingedeeld bij 'Kustplanten'.

De correlatieplot laat twee groepen met een positieve correlatie zien. Dit zijn aan de ene kant diatomeeën uit een brak-zoet, zoet brak of marien-brak milieu samen met pollen van kustplanten, cultuurgewassen, grasland en algemene kruiden. Pollen van graslandplanten vertoont hierbij overigens geen sterke correlaties en soms zelfs zwak negatieve. De andere groep zijn diatomeeën uit een marien, brak-marien, brak en zoet milieu, die positief correleren met pollen van bomen, boskruiden, moerasplanten, heide- en hoogveenplanten en ook akkeronkruiden en ruderalen. Vooral de correlaties van zoetwaterdiatomeeën met pollen uit een heide-/hoogveenmilieu en van brak-mariene diatomeeën met boompollen zijn sterk.

²² Feiken *et al.* 2024, 56-66.



Figuur 11 Lions-Lionserpolder, correlatieplot van pollengroepen en diatomeeëngroepen. De kleur blauw geeft een positieve correlatie aan, rood een negatieve. De tint correspondeert met de graad van correlatie.

Uit de correlatiediagrammen komt dus inderdaad naar voren dat er lokaal sprake was van een kweldervegetatie, waarop ook akkers lagen. De palynologische indicatoren voor bos, heide en hoogveen in de sloot zijn getransporteerd tijdens fasen van verhoogd watertransport. Gezien de correlaties is boompollen vooral met zeewater getransporteerd en pollen van heide- en hoogveenvegetatie alsook oever- en moerasplanten met zoet water.

Tijdens fase van verhoogd watertransport kunnen ook botanische macroresten inspoelen. Een correlatie van botanische macroresten met diatomeeën is echter lastig, omdat conservering de grootste factor is voor de soortsaanstelling van de macrorestenmonsters. Op het oog lijken er geen correlaties te zijn tussen bepaalde soorten macroresten en de bij het diatomeeënonderzoek vastgestelde fasen van hogere mariene activiteit. Het uitgangspunt is daarom dat de meeste botanische macroresten een lokale herkomst hebben.

Deze botanische macroresten kunnen afkomstig zijn van de vegetatie in of langs de sloot, of erin zijn gevallen of gedeponeerd vanaf de oevers. Aanwijzingen voor depositie vanaf de oevers werden gegeven door het micro-morfologisch onderzoek van eerder onderzochte sloten binnen het onderzoeksgebied (sporen 7 en 15 in respectievelijk putten 1 en 2).²³ Het betrof in die sloten brokjes aarde, indicatief voor grondbewerking, bijvoorbeeld akkerbouw, maar ook fragmenten van coprolieten. In de macrorestenmonsters uit spoor 68 zijn ook aanwijzingen voor deze processen aangetroffen. In de één van de macrorestenmonsters zijn op -0.87-0.89 m NAP resten van vliegenpoppen aangetroffen. Dit past bij de vondst van een darmparasietenei in het pollenmonster van -0.90 m NAP. Beide vondsten wijzen op de depositie van uitwerpselen en/of mest in de sloot. Met de mest zal ook pollen zijn gedeponeerd. De pollenmonsters op dit niveau zijn echter qua samenstelling niet opvallend anders dan de pollenmonsters erboven en eronder. Opvallend is ook dat de vlierpitten in het midden van de slootvulling ouder dateren dan de macroresten van kwelderplanten eronder, een aanwijzing voor verspoeling of herwerking.

In de bodemlagen in het profiel door het podium zijn er verschillende processen die aan het soortenspectrum kunnen hebben bijgedragen. In het geval van de vegetatiehorizont is er vermoedelijk een combinatie van atmosferisch pollen, pollen uit de bodem (mariene afzettingen) en pollen van de lokale vegetatie. Dit is vermoedelijk vergelijkbaar met de monsters uit ophogingslagen, die genomen zijn uit verspitte vegetatiehorizonten (plaggen). In het geval van de monsters uit de cultuurlaag moet rekening worden gehouden met vermenging van natuurlijk gedeponeerd pollen (lokaal en vanuit lucht- en watertransport) met pollen aanwezig in door mensen of dieren gedeponeerd plantaardig materiaal (dorsafval, huishoudelijk afval, mest). De bemonsterde natuurlijke laag lijkt uit estuarien sediment te bestaan, wat waarschijnlijk betekent dat veel pollen watergetransporteerd zal zijn.

4.2 ONDERLINGE VARIATIE TUSSEN DE POLLENMONSTERS UIT DEZE EN EERDER ONDERZOCHE SLOTEN

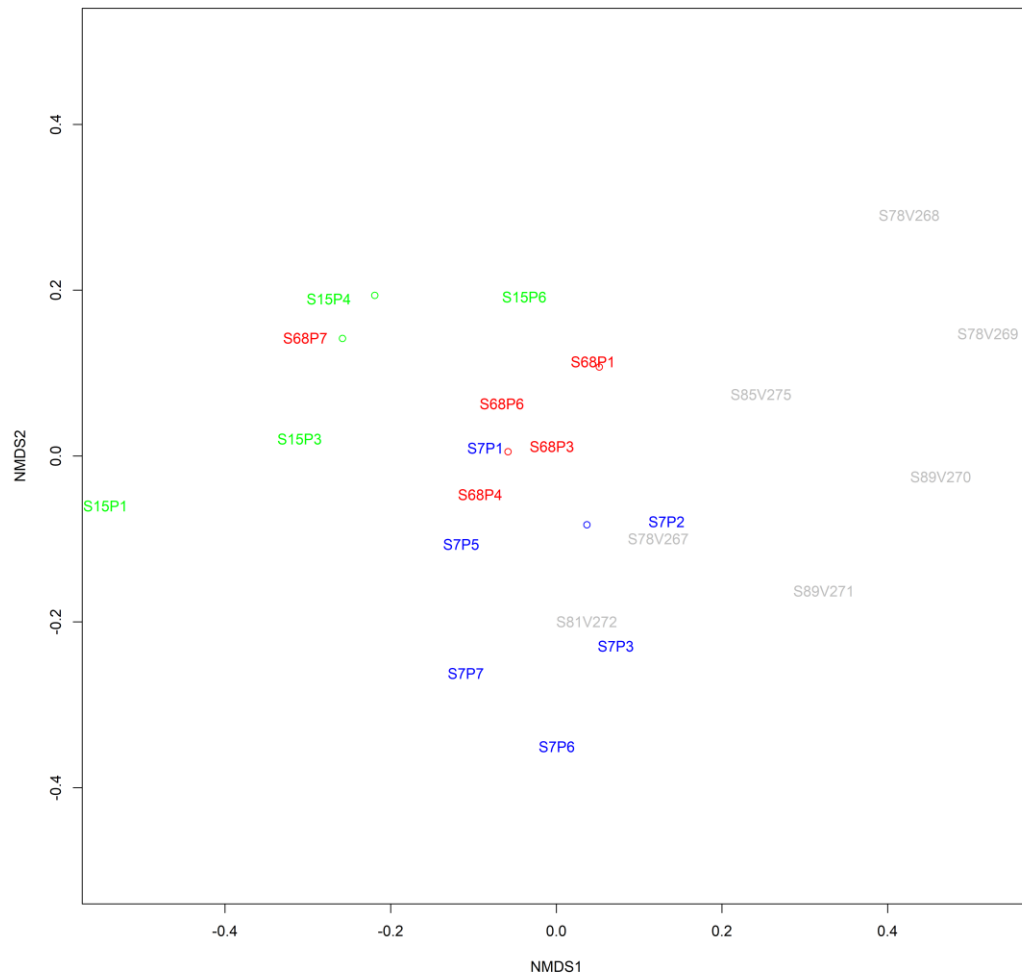
De sloot in put 4 (spoor 68) maakt onderdeel uit van de inrichting van het landschap waar ook het podium en de in 2021 eerder onderzochte sloten (sporen 7 en 21) deel van uitmaken. Met behulp van ordinatie kan inzicht worden verkregen in de onderlinge variatie van de verschillende soortenspectra.²⁴ Dit kan helpen om de pollenmonsters uit de sloten beter in verband te brengen met elkaar en met die uit het profiel door het podium. *Figuur 12* geeft de resultaten van een analyse met NMDS (Nonmetric MultiDimensional Scaling), op basis van de *Bray-Curtis dissimilarity* index.²⁵ De analyseresultaten zijn geplot in een ordinogram, waarbij de afstand tussen de monsters in relatie staat met hun onderlinge variatie. Monsters met een vergelijkbaar pollenspectrum liggen dus

²³ Feiken *et al.* 2024, 90-105.

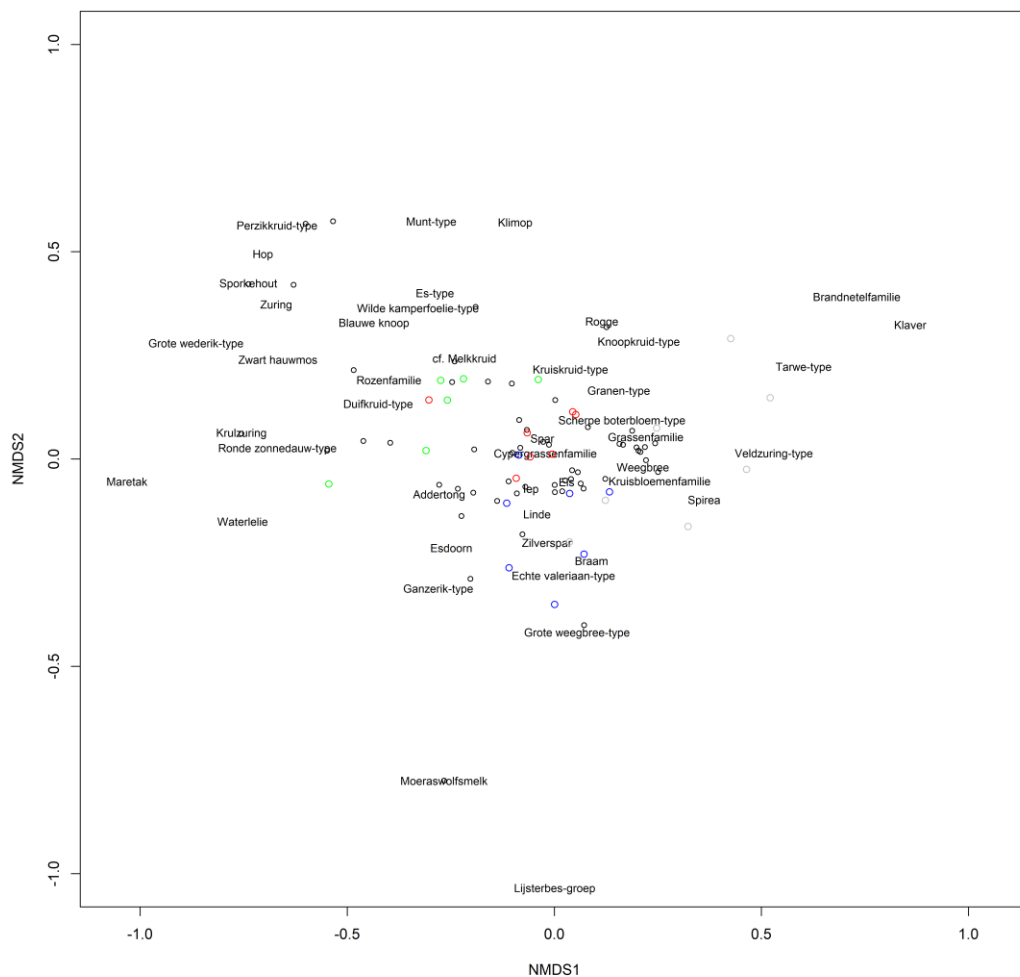
²⁴ Brinkkemper 1993; 2011; Cappers 1994.

²⁵ Bray & Curtis 1957; Shepard 1962; Oksanen *et al.* 2022.

dichter bij elkaar en monsters met een afwijkend pollenspectrum verder van elkaar af. *Figuur 13* is hetzelfde ordinogram, maar nu met de pollentypen geplot. De afstand tussen een pollentype en een monster geeft informatie over hun relatie tot elkaar.



Figuur 12 Lions-Lionserpolder, ordinogram van de pollenmonsters uit sloot (spoor 68: (rood) en de lagen in het podium (grijs), samen met die van sloten (sporen 7: blauw en 15: groen) van de eerdere campagne in 2021.



Figuur 13 Lions-Lionserpolder, hetzelfde ordinogram als *Figuur 12*, nu met pollentypen geplot.

Uit deze biplots blijkt dat de monsters veel overeenkomsten vertonen en zich groeperen in het midden van het ordinogram. Wel is er enige scheiding tussen de monsters op basis van hun context. De monsters uit sloot (spoor 15) liggen in kwadrant II en die uit sloot (spoor 7) in kwadrant III. De monsters uit spoor 68 bevinden zich er tussen in, evenals het monster uit de natuurlijke laag (spoor 81) en dat uit de basis van de cultuurlaag S78 (vnr 267). De monsters uit het lichaam van het podium (spoor 89: vnrs 270 en 271) en die hoger uit de cultuurlaag (spoor 78: vnrs 268 en 269) liggen in kwadrant I en IV.

Eerder is al gesuggereerd dat de verschillen in pollensamenstelling in de monsters uit sporen 7 en 15 veroorzaakt zijn door verschillen in lokale vegetatie.²⁶ Spoor 15 ligt nabij het hoger gelegen 'Eiland', dat vermoedelijk als akkergrond werd gebruikt. Het pollen reflecteert dit door een sterker verband met pollen van akkers en droge ruigten. Spoor 7 ligt lager in het landschap. Pollen in deze sloot kan sterker worden geassocieerd met kustplanten. Spoor 68 ligt qua samenstelling tussen deze sloten in. Met de stalen uit het lichaam van het

²⁶ Feiken & Van der Heiden 2024.

podium (spoor 89) en de cultuurlaag die zich daarop had gevormd (spoor 78) kunnen pollentypen van granen worden geassocieerd, alsook pollentypen van grasland, zoals veldzuring-type en klaver. Dit wijst vermoedelijk op de aanwezigheid van oogstafval en mest en is dus te verbinden aan agrarische activiteiten op de nederzetting, waarbij er zowel sprake was van akkerbouw als veeteelt.

4.3 VEGETATIE EN LANDSCHAP

4.3.1 Landgebruik voor en tijdens en na de oprichting van het podium in de 3^e eeuw

Hoewel de pollenmonsters uit het profiel door het podium onderling veel overeenkomsten vertonen, is het mogelijk op basis van hun positie in het ordinogram uitspraken te doen over verschillen in landgebruik of veranderend milieu.

Het pollen uit de vegetatiehorizont (spoor 85) geeft een blik op het landschap voordat het podium wordt aangelegd rond 200-300 na Chr. In het ordinogram is de afstand tot het onderste monster uit spoor 68 klein, wat doet vermoeden dat het podium en de sloot zijn aangelegd in een vergelijkbare vegetatie/successiefase. Er is sprake van een kwelderlandschap, met spaarzame indicatoren voor akkerbouw en begrazing.

De twee pollenmonsters uit de vegetatiehorizont van een vermoedelijke plag in spoor 89 (vnr 270) en de top van het loopvlak (vnr 271) geven informatie over het landschap kort voor een latere ophogingsfase van het podium. De verschillen met spoor 85 zijn klein, maar waarschijnlijk wel betekenisvol. Het aandeel pollen van de ganzenvoet- en grassenfamilie is lager. In plaats daarvan is vooral het percentage pollen van lintbloemige composieten en de kruisbloemenfamilie hoger. Ook is er meer pollen aanwezig dat indicatief is voor akkerbouw, betreding, bodembewerking of begrazing, zoals graanpollen, het gewoon varkensgras-type, (smalle)weegbree-type, scherpe boterbloem-type en veldzuring-type. Ten slotte zijn er ook diverse mestschimmelsporen aanwezig. Dit betekent waarschijnlijk dat de plaggen voor de ophoging zijn gestoken in een milieu dicht bij menselijke activiteit, waar de vegetatie meer frequent werd verstoord en waar meer sprake was van bodemverrijking met meststoffen. In dat geval kan dit, met als uitgangspunt dat de plaggen voor de ophogingslaag lokaal zijn gestoken, worden geïnterpreteerd als een kwelderlandschap met minder mariene invloed dat meer intensief gebruikt werd dan voor het oprichten van het podium, onder andere voor akkerbouw en veeteelt. Ook kan er sprake zijn van bioturbatie, waarbij het pollen van cultuurindicatoren neerwaarts is verspreid vanaf het loopoppervlak.

Het pollen van schapenzuring wijst er mogelijk op dat het vee ook verder weg graasde van de nederzetting, ergens op schrale zandgrond. Dit past bij observaties te Wartena-Noord, waar palynologisch materiaal uit mestmonsters

wijst op het gebruik van zoet grasland, terwijl dat uit de sloten wijst op een kweldervegetatie.²⁷

Zowel de onderliggende vegetatiehorizont als de vermoedelijke vegetatiehorizonten van het podium bevatten pollen van granen en begrazingsindicatoren, alsook sporen van schimmels die veel tot voornamelijk voorkomen op mest van grazers (brokkelspoorzwam-type, menhirzwammetje-type, mestvaasje-type, spinselbolletje-type en wratsporig punthoofdje).²⁸ De mestschimmels sporen zijn overigens duidelijk aanwezig in de meeste monsters uit het profiel door het podium, maar bijna afwezig in de monsters uit de sloot. Wellicht dat dit een aanwijzing is voor de concentratie van vee op de nederzetting. De hoogste concentratie pollen van cultuurgewassen is aanwezig in de ophogingslaag en de hoogste concentratie mestschimmels is aanwezig in de cultuurlaag. Mogelijk is dit een aanwijzing voor verschuivingen in agrarische economie onder invloed van een vernattend landschap, maar de verschillen zijn klein en er kunnen ook andere oorzaken zijn.

4.3.2 Een kwelderlandschap zonder veel bomen rond een sloot uit de 4^e-5^e-eeuw

Na correlatie met de gegevens van het diatomeeënonderzoek wijzen de resultaten van het palynologisch onderzoek van de sloot op een zeer open landschap met een kweldervegetatie. Het meeste, zo niet al het, aanwezige boompollen is afkomstig uit regionale vegetatie of herwerkte lagen en hun bron moet overwegend niet nabij de monsterlocatie worden gezocht. Dit geldt ook voor de indicatoren voor heide en hoogveen, die samen met pollen en sporen van moerasplanten moeten worden beschouwd als restanten van watergetransporteerd verslagen veen of afgestroomd oppervlaktewater uit het achterland.

Kenmerkend voor een kwelderlandschap is een vegetatie gedomineerd door grassen en leden van de ganzenvoetfamilie. De macroresten in spoor 68 zijn inderdaad voor een deel afkomstig van de ganzenvoetfamilie (zeekraal en uitstaande melde-type). Verder zijn ook de overige onverkoolde resten voornamelijk afkomstig van kustplanten, zoals zilte rus, schorrenzoutgras en schijnspurrie. Het is aannemelijk dat deze macroresten de lokale vegetatie vertegenwoordigen. Er zijn in dat opzicht veel overeenkomsten met de macrorestenmonsters uit spoor 7 van de voorgaande campagne. Het eerdere onderzoek gaf aan dat de macroresten in de sloten wijzen op een vegetatie in de zeeaster-klasse (*Asteretea tripolii*). Deze komt voor op kwelders die regelmatig tot af en toe overstromen (*Figuur 14*), wat goed overeenkomt met de resultaten van het diatomeeënonderzoek.

Er zijn enkele aanwijzingen in de macrorestenmonsters gevonden voor een minder halien milieu rond de sloot. Op -0.76-0.78 mNAP is een zaadje van koninginnekruid aangetroffen. Deze oeverplant groeit vaak samen met riet langs sloten, maar in het zoutwatergetijdgebied alleen boven de gemiddelde hoogwaterlijn. Dit is eveneens in lijn met de diatomeeënflora op deze diepte.

²⁷ Schepers 2017, 28.

²⁸ Van Geel & Aptroot 2006.

Ongeveer op dezelfde diepte zijn verscheidene fragmenten van pitten van de gewone vlier gevonden. De gewone vlier heeft eetbare bessen en de pitten worden vooral door vogels verspreid. In dit geval lijkt de aanwezigheid van pitten op meerdere niveaus te wijzen op lokaal voorkomen. De gewone vlier is een snelgroeïende struik met een beperkte tolerantie voor overstroming. Kennelijk heeft vlier zich gedurende een rustige fase op in dit kwelderlandschap kunnen vestigen. Vlier is daarbij een indicator voor stikstofdepositie. Samen met vlier komen in kustnabij struweel vaak andere vruchtdragende struiken voor, zoals meidoorn en hondsroos. De vlierpitten dateren echter uit de 3^e tot vroege 5^e eeuw en de resten van minder zouttolerante vegetatie dateren dus deels of geheel van vóór 4^e-5^e eeuw.

Het lokale landschap was met een groot aantal ontwateringssloten ingericht voor intensief agrarisch gebruik.²⁹ Inderdaad zijn zowel uit het onderzoek van botanische macroresten als van palynologisch materiaal indicatoren voor agrarisch gebruik naar voren gekomen. Alle monsters bevatten pollen van cultuurgewassen uit spoor 68. De correlatie met kwelderplanten lijkt aan te geven dat deze cultuurgewassen ook deel uitmaakten van de lokale vegetatie. In sloot S68 zijn ook macroresten van cultuurgewassen aangetroffen, alle in verkoolde staat en voornamelijk tussen -0,67 en -0,76 mNAP (submonsters 4 t/m 6a). Deze monsters vertegenwoordigen volgens het diatomeeënonderzoek overigens fasen die zowel meer als minder mariene invloed hebben gehad. Koolstofdatering van verkoolde materiaal uit submonster 6a en 6b (0,67-0,71 mNAP) resulteerden in een datering die ouder was dan materiaal in de basis van het profiel, wijzend op de afzetting van herwerkt materiaal, vermoedelijk door erosie of verspitting van de lokale bodem. Het is waarschijnlijk dat al het verkoolde materiaal in spoor 68 ouder is dan de sloot zelf en daarmee een eerdere fase van agrarische activiteit in de nabijheid vertegenwoordigd.

Het pollen wijst op de aanwezigheid van gerst en/of tarwe, duivenboon en mogelijk rogge nabij de vindplaats in de 5^e-6^e eeuw na Chr. Er bestaat evenwel enige overlap tussen de kenmerken van graanpollen en die van enkele grassen in het kustgebied, zoals helmgras en zandhaver, maar dit zijn voornamelijk soorten van zandige kust. Het pollen van duivenboon kan als een goede indicator voor lokale teelt worden beschouwd, aangezien deze soorten insectenbestuivers zijn. Ook het pollen van het gerst/tarwe-type is een aanwijzing voor lokale cultivatie, aangezien zowel tarwe als gerst grotendeels cleistogaam zijn. Het pollen blijft grotendeels in het kaf besloten, tot bij het dorsen. Rogge is een windbestuiver, dus of dit gewas werkelijk nabij de vindplaats werd verbouwd is onduidelijk.

De verkoolde macroresten wijzen op gebruik van bedekte gerst, emmertarwe en huttentut. De macroresten dateren vermoedelijk van een voorgaande periode in de (Romeinse)ijzertijd. De genoemde soorten zijn met uitzondering van rogge de meest frequent aangetroffen cultuurgewassen in het terpengebied in de ijzertijd en Romeinse periode.³⁰ In spoor 68 zijn geen onverkoolde macroresten aangetroffen die met zekerheid toe te wijzen zijn aan akkerbouw. Tijdens het

²⁹ Bakker & De Langen 2019, 94-95.

³⁰ Schepers & Behre 2023.

eerder uitgevoerde onderzoek werden onverkoolde macroresten van pluimgierst aangetroffen.

Hiermee is het vrij aannemelijk dat rond de sloot nog in de 5^e-6^e eeuw graan en andere cultuurgewassen werden verbouwd: gerst, tarwe, duivenboon en mogelijk rogge. Het kan evenwel niet worden uitgesloten dat één of meer van deze cultuurgewassen door uitwisseling werden verkregen van andere nederzettingen elders. Tijdens het eerder uitgevoerde onderzoek werd ook pollen van vlas aangetroffen.

Gerst, vlas en duivenboon worden zeer algemeen aangetroffen bij opgravingen van terpnederzettingen uit de ijzertijd/Romeinse periode.³¹ Experimenten in onbedijkte kwelders hebben aangetoond dat deze gewassen een relatief hoge zouttolerantie hebben.³² Emmertarwe wordt altijd in kleine hoeveelheden gevonden, maar is wel zodanig frequent, dat het tot de lokale cultuurgewassen mag worden gerekend.³³ Van rogge is onduidelijk of deze graansoort in het kweldergebied werd verbouwd. Macroresten ervan worden zelden aangetroffen, het pollen komt mogelijk van de zandgronden, waar deze soort in de ijzertijd/Romeinse periode al wel gecultiveerd werd. Pluimgierst is erg zeldzaam in het kweldergebied, maar wordt in het Duitse deel aangetroffen vanaf de Romeinse periode.³⁴ Het is een gewas met een kort groeiseizoen, wat het aantrekkelijk maakt voor lichte grondsoorten die slechts voor korte tijd in het jaar te bebouwen zijn. Huttentut is een soort die wordt gecultiveerd voor de olierijke zaden. De soort komt ook voor als akkeronkruid in specifiek vlasakkers, maar enkele contexten met grote aantallen resten van deze soort geven aan dat het zeker ook werd gecultiveerd, met name in de ijzertijd en Romeinse periode.

Het valt op dat er geen pollen of botanische macroresten van specifieke akkeronkruiden is aangetroffen, zoals wel het geval was in de sloot (spoor 15 in put 2) tijdens de eerdere campagne. In de eerder onderzochte sloot (spoor 15) werden (onverkoolde) macroresten gevonden van soorten uit de klasse van akkergemeenschappen (*Stellarietea mediae*) en de klasse van ruderaal gemeenschappen (*Artemisietea vulgaris*). Dit wijst op relatief droge delen in het landschap die geregeld werden verstoord, waarschijnlijk door landbouw. Dat deel van het landschap is naar alle waarschijnlijkheid 'Het Eiland', dat hoger lag in het landschap en niet alleen de locatie van de nederzetting zelf was, maar vermoedelijk dus ook voor het meest intensief benutte bouwland van de nederzetting. Op akkers in een kweldermilieu zijn de meeste onkruiden mogelijk echter zouttolerante pioniers die ook in kweldervegetatie worden aangetroffen, zoals klein schorrenkruid en schijnspurrie. Daarnaast zijn er pollentypen en macroresten aangetroffen van taxa waarbinnen soorten vallen waarbinnen (onder)soorten vallen die zowel in akkeronkruid- als kweldervegetatie voorkomen, zoals alsem, gewoon varkensgras-type, uitstaande melde-type etc.

Kwelders zijn uitgestrekte graasgronden en waren vermoedelijk vooral om die reden aantrekkelijk als woongebied (*Figuur 14*). Alle pollenmonsters bevatten

³¹ Schepers & Behre 2023.

³² Van Zeist et al. 1976; Bottema et al. 1980; Schepers & De Langen 2019.

³³ Schepers 2015.

³⁴ Schepers & Behre 2023.

soorten die als indicatief voor beheer (begrazing) worden beschouwd: smalle weegbree-type, veldzuring-type en scherpe boterbloem-type.³⁵ Ook zijn er enkele resten aanwezig die met mest in verband kunnen worden gebracht, zoals sporen van de mestschimmel mestvaasje-type, een ei van spoelworm en resten van vliegenpoppen. De concentratie mestschimmelsporen is echter erg laag, lager dan in de eerder onderzochte sloten (sporen 7 en 15). De resultaten van het eerdere onderzoek suggereerden dat er rond deze sloten vermoedelijk een beweide kweldergrasland met een vegetatie binnen de associatie van zilte rus lag. Ook de soorten aangetroffen bij dit onderzoek passen bij dit beeld. Net als bij de eerder onderzochte sloten bevatten de pollenmonsters uit spoor 68 veel tot zeer veel microscopische verkoolde plantenresten. De macrorestenmonsters bevatten ook veel kleine verkoolde resten, waarbij deze soms konden worden geïdentificeerd als afkomstig van stengels van grassen of ander kruidachtige taxa. Deze verkoolde stengels hebben mogelijk een relatie met het afbranden van dorre kweldervegetatie om deze te verjongen.³⁶ De macrorestenmonsters bevatten verder verkoolde resten van een aantal planten die in kweldergrasland kunnen voorkomen, namelijk hopklaver, engels-raaigras-type en zilte zegge. Hopklaver komt niet voor in de zeeaster-klasse, maar wel in graslanden op oude kwelders, die niet langer overstroomd. Ook komt de soort voor in akkers. De vraag is evenwel of deze verkoolde resten niet net als de verkoolde granen tot het landschap uit de ijzertijd-Romeinse periode moeten worden gerekend.



Figuur 14 Begraasde kwelder in de Jadebusen (Noordwest-Duitsland), foto: W. van der Meer (BIAX).

³⁵ Behre 1981; Hjelle 1999

³⁶ Exaltus & Kortekaas 2008; Feiken & Brinkkemper 2020.

4.3.3 Cultuurlaag uit de 9^e eeuw

De cultuurlaag (spoor 78) heeft zich gevormd na de bewoning van het podium, vermoedelijk in de 9^e eeuw. Er zijn drie monsters uit deze laag onderzocht uit wat in het veld de vegetatiehorizont van plaggen leek te zijn. Qua pollenbeeld is deze groep monsters vrij heterogeen. Het pollenbeeld van monster 267, genomen van de basis van spoor 78, waar deze uitwigt op het podium, vertoont enkele overeenkomsten met het monster uit de natuurlijke laag spoor 81 die spoor 78 afdekt. Boompollen heeft een relatief hoog aandeel en zijn er veel sporen aanwezig van adelaarsvaren, een plant van pleistocene zandgronden. Verder zijn er ook veel sporen van veenmos en het niervaren-type aanwezig, alsook pollen van struikhei. Ook is veel pollen van planten van brakke standplaatsen aanwezig. Dit wijst op afzetting van watergetransporteerd pollen uit zowel het kustgebied als het achterland.

Monsters 268 en 269 komen hoger uit spoor 78 en hebben wat pollenbeeld betreft veel onderlinge overeenkomsten en wijken af van monster 267. Kenmerkend zijn een hoog percentage grassen en composieten en een laag percentage boompollen. Er zijn veel indicatoren voor begraasd grasland in de vorm van pollen van (smalle)weegbree-type, scherpe boterbloem-type, veldzuring-type en knoopkruid-type. Verder zijn er relatief veel mestschimmelsporen aanwezig alsook pollen van cultuurgewassen en akkeronkruiden en ruderalen. Het hoge aandeel pollen van lintbloemige composieten en kruisbloemenfamilie kan wijzen op depositie van pollen met mest, aangezien de soorten binnen deze pollentypen niet windbestuivend zijn. Verder wijst het pollen van de brandnetelfamilie op stikstofrijke, zoutarme omstandigheden op die plek. Tenslotte is in deze monsters het percentage van de schimmelsoort *Glomus* hoger dan in de andere. *Glomus* is een geslacht van symbiotische schimmels in plantenwortels. Het hogere aandeel sporen wijst op de aanwezigheid van vegetatiebedekking, of het herwerken van (een) vegetatiehorizont(en).

De monsters 268 en 269 lijken een sterke relatie te hebben met (economische) activiteit, voornamelijk met het houden van vee. Het pollenbeeld van monster 267 vertegenwoordigt vermoedelijk overstromingen van de omgeving, waarbij het water rijkt tot aan de onderkant van het podium (op dat moment). Er werd daarbij mogelijk weinig klastisch materiaal afgezet of dit werd wellicht opgenomen in de cultuurlaag.

De natuurlijke laag spoor 81 is deels afgezet op de cultuurlaag spoor 78 en wordt zelf weer afgedekt door een cultuurlaag, wijzend op zich voortzettende bewoning of agrarische activiteit. In deze laag is het percentage boompollen het hoogst van de reeks. Het percentage pollen van grassen en composieten is lager, terwijl dat van de ganzenvoetfamilie, de kruisbloemenfamilie hoog is, evenals het aandeel sporen van het niervaren-type en veenmos. Het aandeel van antropogene indicatoren is lager. Deze laag bevat vermoedelijk veel watergetransporteerd pollen. Mogelijk was de menselijke activiteit tijdens afzetting ervan ook lager dan in de voorgaande fasen.

De cultuurlaag spoor 78 en natuurlijke laag spoor 81 bevatten pollen van granen en begrazingsindicatoren. Daarnaast zijn er in spoor 78 sporen van schimmels aanwezig van taxa die veel tot voornamelijk voorkomen op mest van grazers (brokkelspoorzwam-type, menhirzwammetje-type, mestvaasje-type, spinselbolletje-type en wratsporig punthoofdje).³⁷ De mestschimmelsporen zijn overigens duidelijk aanwezig in de meeste monsters uit het profiel door het podium, maar bijna afwezig in de monsters uit de sloot. Wellicht dat dit een aanwijzing is voor de concentratie van vee op de nederzetting. De hoogste concentratie pollen van cultuurgewassen is aanwezig in de ophogingslaag en de hoogste concentratie mestschimmels is aanwezig in de cultuurlaag. Mogelijk is dit een aanwijzing voor verschuivingen in agrarische economie onder invloed van een vernattend landschap, maar de verschillen zijn klein en er kunnen ook andere oorzaken zijn.

5. Samenvatting en beantwoording onderzoeksvragen

5.1 ALGEMEEN

Er werden twee proefsleuven aangelegd om het landschap te onderzoeken rond een nederzetting uit de (Romeinse)ijzertijd in de Lionserpolder. Een pollenbak uit het profiel door een sloot en een aantal bulkmonsters uit organische laagjes in het profiel door de flank van een terp werden geselecteerd voor gedetailleerd onderzoek van palynologisch materiaal en botanische macroresten. Het doel was om informatie in te winnen over het vroegere landschap en het economisch gebruik ervan.

5.2 BEANTWOORDING ONDERZOEKSVRAGEN

- *Wanneer is de sloot gegraven en wanneer is de sloot opgevuld?*
Koolstofdateringen van botanisch materiaal uit de sloot gaven de volgende resultaten: 423-561 na Chr. (basis), 240-414 na Chr. (midden) en 357 voor Chr-123 na Chr. (top). De datering van de top wordt als niet-betrouwbaar beschouwd, vanwege het voorkomen van ouder verkoold materiaal. Het materiaal in het midden van de vulling dateert eveneens uit eerdere perioden. Het materiaal dat uit deze lagen geselecteerd werd is of ongevoelig voor natuurlijke afbraak (verkoold materiaal) of zeer robuust (vlierpitten). Het oudere materiaal moet herwerkt zijn, bijvoorbeeld door verspoeling, verspitting of erosie. De opvulling van de sloot is dus aangevangen in de 5^e of 6^e eeuw na Chr.
- *Wat voor aanwijzingen zijn er in de sloot en in het podium voor akkerbouw- of andere economische activiteiten?*
Verscheidene resten in de onderzochte monsters wijzen op akkerbouw nabij de nederzetting. Pollen uit het podium wijst op de consumptie,

³⁷ Van Geel & Aptroot 2006.

verwerking en/of cultivatie van gerst en/of tarwe. Het pollen uit de sloot (spoor 68), daterend uit de 5^e-6^e eeuw n.Chr. bevat bovendien pollen van rogge en duivenboon. Verkoold materiaal uit spoor 68, dat ten minste voor een deel bestaat uit herwerkt materiaal uit de periode van de midden-ijzertijd tot de midden-Romeinse periode, is onder andere afkomstig van bedekte gerst, emmertarwe en huttentut. Tijdens het eerdere onderzoek zijn ook resten aangetroffen van vlas en pluimgierst.

Daarnaast zijn in zowel in de sloot als het podium indicatoren aanwezig voor veeteelt. Ook de eerder onderzochte sloten bevatten veel indicatoren voor het houden van vee. Grote aantallen microscopische fragmenten verkoold plantaardig materiaal wijzen mogelijk op het afbranden van de kweldervegetatie als vorm van beheer.

- *Hoe zag door de tijd heen het landschap rondom de nederzetting eruit?*
Watertransport van pollen in een kweldergebied levert een probleem op met de interpretatie van het ecologisch materiaal. De bewegingen van het water zijn van invloed geweest op de verhoudingen waarin meer lokaal en meer regionaal palynologisch materiaal in de sloten is afgezet. Correlatie van het palynologisch materiaal met de diatomeeën in de afzettingen in de onderzochte sloot, maakt het evenwel zeer aannemelijk dat sloot temidden van een begraasde kweldervegetatie lag. Het meeste, zo niet al het, pollen van bos-, heide- en veenvegetatie is ingespoeld, met zoetwater uit het achterland of met zeewater/estuariën water. De botanische macroresten zijn eveneens voornamelijk afkomstig van kwelderplanten. Het palynologisch materiaal uit de humeuze laagjes van de terp wijst eveneens richting een kweldervegetatie. De terp, en mogelijk de iets hoger gelegen landbouwgrond op 'Het Eiland' bood echter ook plaats aan een minder zouttolerante pioniers- en ruigtevegetatie. Het landschap was bomenarm, maar de invloed van de zee was in sommige fasen klein genoeg dat zich ook struiken zoals de gewone vlier konden vestigen.

6. Literatuur

Anderberg, A.-L., 1994: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 4: Resedaceae-Umbelliferae*, Stockholm.

Bakker, M. & G.J. de Langen 2017: *Opgraving Wartena-Noord 2013 (GIA-131): onderzoek aan een huisterp en een oud verkavelingspatroon in het Friese klei-op-veengebied tussen Warten en Warstiens*, Groningen (Grondsporen 28).

Bakker, M. & G.J. de Langen 2019: *Opgraving Tjerkwerd-Arkum: ontginning en hergebruik van een later verdwenen (klei-op-)veenlandschap*, Groningen (Grondsporen 46).

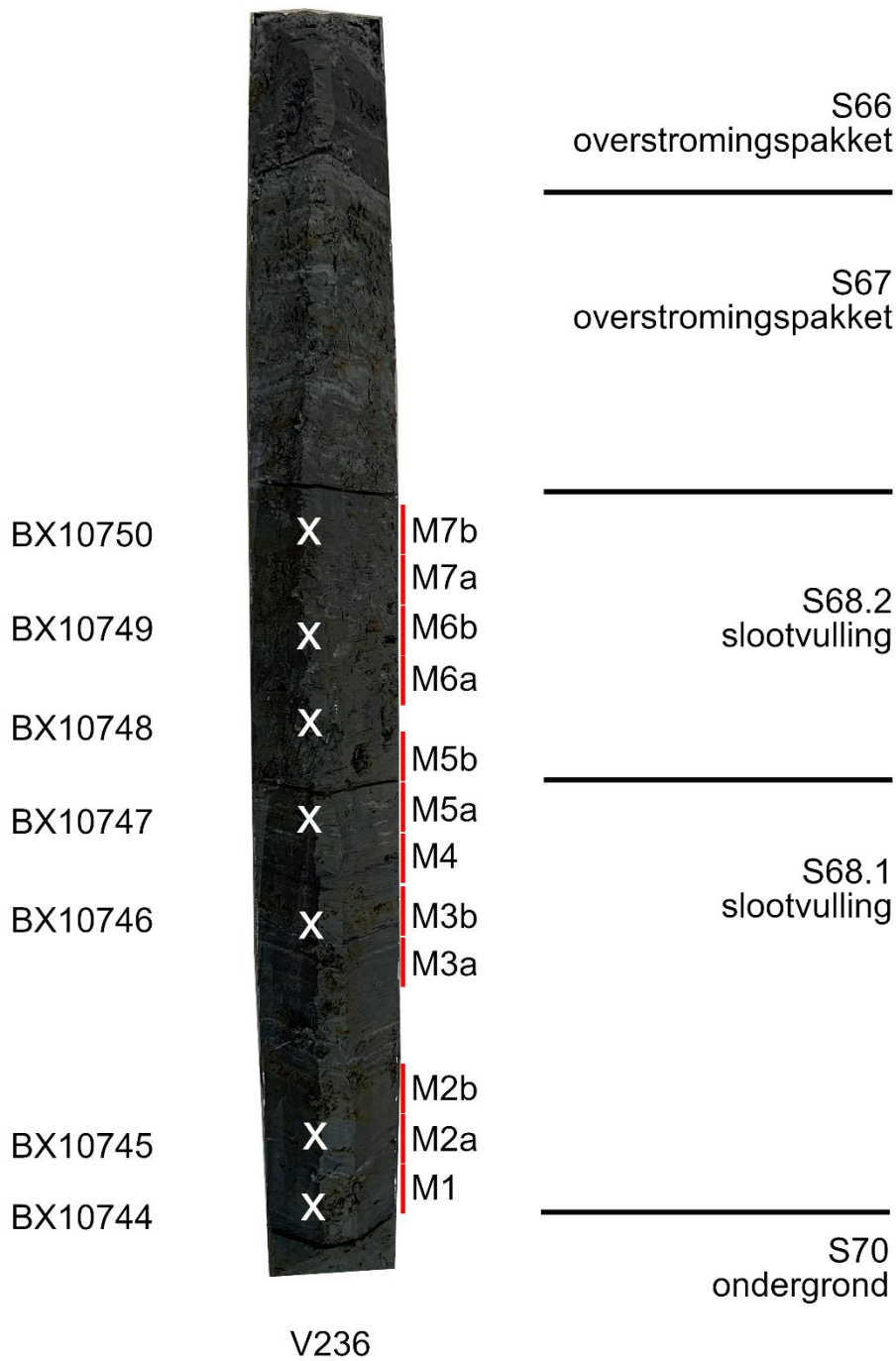
- Behre, K.-E., 1981: The Interpretation of Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams, *Pollen et Spores* 23:2, 225-245.
- Berggren, G., 1969: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 2: Cyperaceae*, Stockholm.
- Berggren, G., 1981: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 3: Salicaceae-Cruciferae*, Stockholm.
- Beug, H.-J., 2004: *Leitfaden der Pollenbestimmung für Mitteleuropa und angrenzende Gebiete*, München.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis 1957: An Ordination of the Upland Forest Communities of Southern Wisconsin, *Ecological Monographs* 27:4, 325-349.
- Brinkkemper, O., 1993: Indirect Correspondence Analysis and Botanical Macroremains: a Case Study, *Analecta Praehistorica Leidensia* 26: 83-93.
- Brinkkemper, O., 2011: Correspondentieanalyse en indicatorwaarden van Ellenberg, in: Y. Eijsskoot, O. Brinkkemper en T. de Ridder, *Vlaardingen-De Vergulde Hand-West*, Amersfoort (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 200), 335-357.
- Bottema, S., T.C. van Hoorn, H. Woldring & W.H.E. Gremmen 1980: An Agricultural Experiment in the Unprotected Salt Marsh, Part II, *Palaeohistoria* 22, 127-140.
- Cappers, R.T.J., 1994: *An Ecological Characterization of Plant Macro-Remains of Heveskesklooster (the Netherlands). A Methodological Approach*, thesis, Groningen.
- Cappers, R.T.J., R.M. Bekker & J.E.A. Jans 2006: *Digitale zadenatlas van Nederland*, Groningen.
- Cvetkoska, A., 2024a: *Resultaten Waardering bodemmonsters Lionserpolder*, Culemborg (Rapport Bureau Waardenburg).
- Cvetkoska, A., 2024b: *Resultaten Analyse bodemmonsters Lionserpolder (deel 2)*, Culemborg (Rapport Bureau Waardenburg).
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Exaltus, R.P. & G.L.G.A. Kortekaas 2008: Prehistorische branden op Groningse kwelders, *Paleo-Aktueel* 19, 115-125.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski 1989: *Textbook of Pollen Analysis*, Chichester (vierde editie).
- Feiken, H. & M. van der Heiden 2018: *Onderzoek met uitzicht. Karterend booronderzoek in de Lionserpolder, gemeente Leeuwarden*, Amersfoort (Rapportage Archeologische Monumentenzorg 246).
- Feiken, H. & M. van der Heiden 2020: *Overkoepelend PvE meerjarig onderzoeksproject Lionserpolder*, Amersfoort (Intern rapport Rijksdienst voor het Cultureel Erfgoed).

- Feiken, H. & M. van der Heiden 2023: *Een cultuurlandschap uit de ijzertijd-Romeinse tijd in de Lionserpolder (gemeente Leeuwarden) - Opperolaktekartering en booronderzoek 2020*, Amersfoort (RAM 275).
- Feiken, H. & M. van der Heiden 2024: *Oude koeien uit de sloot - Proefputtenonderzoek in 2021 in de Lionserpolder (gemeente Leeuwarden)*, Amersfoort (RAM 285).
- Feiken, R. & O. Brinkkemper 2020: Wetlandbewoning langs de Nederlandse kust in de vroege ijzertijd, in: J. Bazelmans, E. Beukers, O. Brinkkemper, I.M.M. van der Jagt, E. Rensink, B.I. Smit & M. Walrecht (red.): *Tot op het bot onderzocht - Essays ter ere van archeozoöloog Roel Lauwerier*, Amersfoort (NAR 70), 201-221.
- Geel, B. van, 1976: *A Palaeoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, based on the Analysis of Pollen, Spores and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals*, Amsterdam (Proefschrift Universiteit van Amsterdam).
- Geel, B. van, & A. Aptroot 2006: Fossil Ascomycetes in Quaternary Deposits, *Nova Hedwigia* 82:3/4, 313-329.
- Havinga, A.J., 1963: A Palynological Investigation of Soil Profiles Developed in Cover Sand, *Mededelingen van de Landbouwhogeschool te Wageningen Nederland* 63:1, 1-93.
- Hjelle, K.L., 1999: Modern pollen assemblages from mown and grazed vegetation types in western Norway, *Review of Palaeobotany and Palynology* 107, 55–81.
- Juggins, S., 2019: *Rioja: Analysis of Quaternary Science Data*.
- Konert, M., 2002: *Pollen Preparation Method*, Amsterdam (intern rapport Vrije Universiteit).
- Körber-Grohne, U., 1964: *Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte*, Hildesheim.
- Körber-Grohne, U., 1991: Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte, overdruk uit: *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 18, Hildesheim.
- Marcenko, E., D. Srdoc, S. Golubic, J. Pezdic & M.J. Head 1989: Carbon uptake in aquatic plants deduced from their natural ^{13}C and ^{14}C content, *Radiocarbon* 31:3, 785-794.
- Meer, W. van der & M. van Waijjen 2024: *Voorstel voor selectieadvies Leeuwarden-Lionserpolder (LIHO23): waardering palynologische resten, diatomeeën en macrobotanische resten*, Zaandam (BIAX selectieadvies).
- Mehlhorn, H., 2016: *Animal Parasites – Diagnosis, Treatment, Prevention*, Cham.
- Meijden, R. van der, 2005: *Heukels' Flora van Nederland*, Groningen.
- Miola, A., 2012: Tools for Non-Pollen Palynomorphs (NPPs) analysis: A list of Quaternary NPP types and reference literature in English language (1972–2011), *Review of Palaeobotany and Palynology* 186, 142–161.

- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson 1991: *Pollen Analysis*, Oxford.
- Oksanen, J., G.L. Simpson, F.G. Blanchet, R. Kindt, P. Legendre, P.R. Minchin, R.B. O'Hara, P. Solymos, M.H.H. Stevens, E. Szoecs, H. Wagner, M. Barbour, M. Bedward, B. Bolker, D. Borcard, G. Carvalho, M. Chirico, M. De Caceres, S. Durand, H.B.A. Evangelista, R. FitzJohn, M. Friendly, B. Furneaux, G. Hannigan, M.O. Hill, L. Lahti, D. McGlinn, M.-H. Ouellette, E. Ribeiro Cunha, T. Smith, A. Stier, C.J.F. Ter Braak & J. Weedon 2022: *Package 'vegan' - Community Ecology Package 2.6-4*.
- Philipsen, B., 2013: The freshwater reservoir effect in radiocarbon dating, *Heritage Science* 2013, 1-24.
- Prentice, I.C., 1985: Pollen Representation, Source Area, and Basin Size: Toward a Unified Theory of Pollen Analysis, *Quaternary Research* 23, 76-86.
- Punt, W., & G.C.S. Clarke, P. Hoen, S. Blackmore & P.J. Stafford (red.) 1976-2009: *The Northwest European Pollen Flora*, Amsterdam (negen delen).
- Schaminée, J.H.J., A.H.F. Stortelder, E.J. Weeda, V. Westhoff & P.W.F.M. Hommel 1995-1999: *De vegetatie van Nederland*, Leiden (vijf delen).
- Schepers, M., 2015: Akkerbouw en vegetatie in Marssum, in: J.B. Hielkema: *Nederzettingssporen op de kwelder Haak Noord, vindplaats 1: Marssum-It Aldlân, Weesp (RAAP-rapport 2997)*, 231-251.
- Schepers, M., 2017: Archeobotanisch onderzoek; in: M. Bakker & G.J. de Langen (red.), *Opgraving Wartena-Noord 2013 (GIA-131): onderzoek aan een huisterp en een oud verkavelingspatroon in het Friese klei-op-veengebied tussen Warten en Warstiens*, Groningen (Grondsporen 28), 26-28.
- Schepers, M. & G. De Langen 2019: Efficiënt boeren op de kwelder: resultaten van een buitendijks experiment, *De Vrije Fries* 99, 161-163.
- Schepers, M. & K.E. Behre 2023: A meta-analysis of the presence of crop plants in the Dutch and German terp area between 700 bc and ad 1600, *Vegetation History and Archaeobotany* 32:3, 305-319.
- Schweingruber, F.H., 1982: *Mikroskopische Holzanatomie*, Birmensdorf.
- Sevenant M., J. Menschaert, M. Couvreur, A. Ronse, M. Heyn, J. Janssen, M. Antrop, M. Geypens, M. Hermy & G. De Blust 2002: *Ecodistricten: Ruimtelijke eenheden voor gebiedsgericht milieubeleid in Vlaanderen*, geen plaats van uitgave (vier delen).
- Shepard, R.N., 1962: The analysis of proximities: Multidimensional scaling with an unknown distance function, *Psychometrika* 27, 125-139, 219-246.
- Smit, B.I. & O. Brinkkemper 2012: *Boren in het Boornedal*, Amersfoort (RAM 208).
- Stockmarr, J., 1971: Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis, *Pollen et Spores* 14(4), 615-621.
- Sugita, S., 1994: Pollen Representation of Vegetation in Quaternary Sediments, *Journal of Ecology* 82, 881-897.

- Tamis, W.L.M., R. van der Meijden, J. Runhaar, R.M. Bekker, W.A. Ozinga, B. Odé & I. Hoste 2004: Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003, *Gorteria* 30-4/5, 101-195.
- Tomlinson, P., 1985: An Aid to the Identification of Fossil Buds, Bud-Scales, and Catkin-Scales of British Trees and Shrubs, *Circaea* 3(2), 45-130.
- Törnqvist, T.E., A.F.M. de Jong, W.A. Oosterbaan & K. van der Borg 1992: Accurate dating of organic deposits by AMS ^{14}C measurement of macrofossils, *Radiocarbon* 34, 566-577.
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985-1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties*, Deventer (vijf delen).

Bijlage 1 Lions-Lionserpolder, monstername uit pollenbak V236 uit sloot S68 (proefput 4).



Bijlage 2 Lions-Lionserpolder, resultaten van de pollenanalyse.

Verklaring: + = waarneming buiten pollensom, (B) = pollentype Beug 2004, (P) = pollentype Punt et al., T... = type NPP.

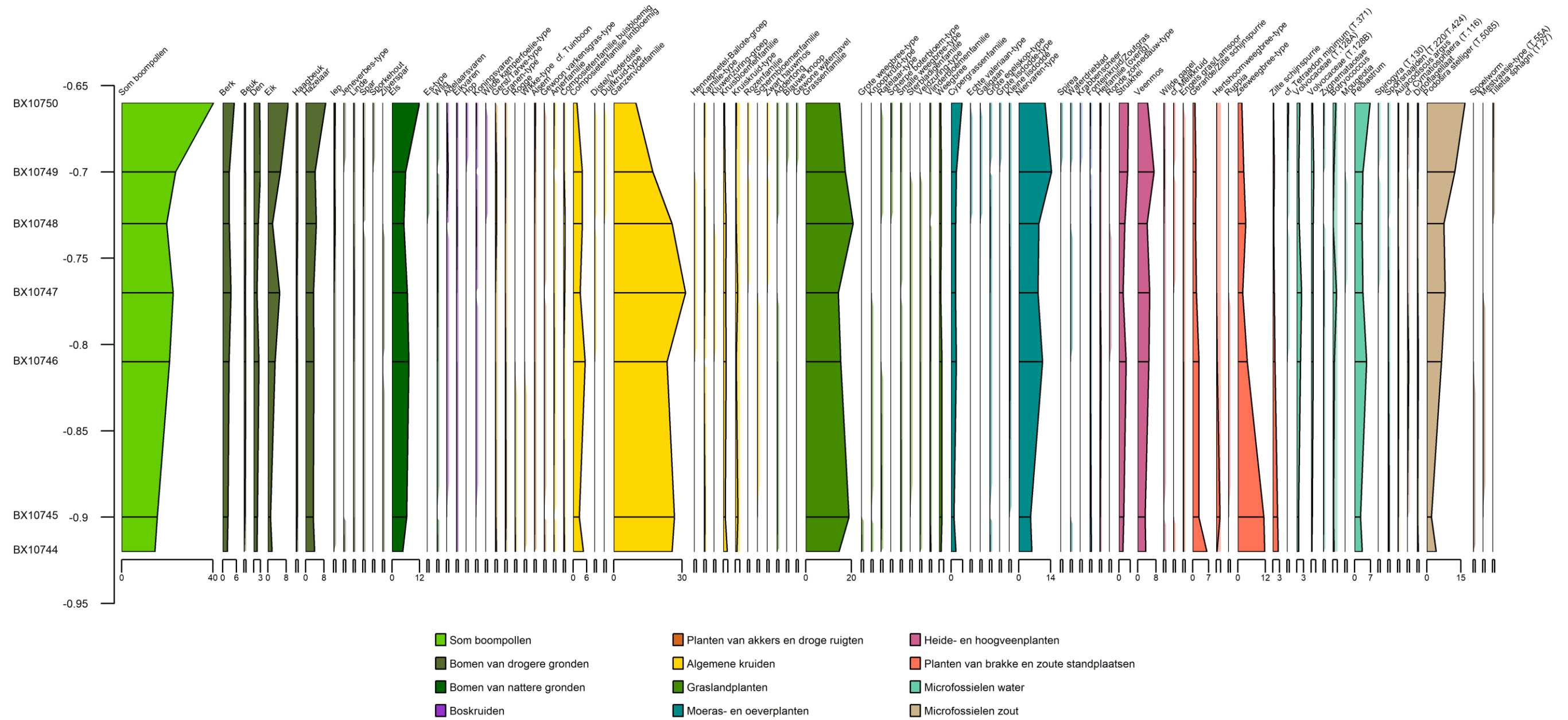
put vlak spoor vondst vulling spoorraad labcode mNAP	4 101 68 236 1 sloot BX10744 -0.92	4 101 68 236 1 sloot BX10745 -0.895	4 101 68 236 1 sloot BX10746 -0.81	4 101 68 236 1 sloot BX10747 -0.765	4 101 68 236 2 sloot BX10748 -0.73	4 101 68 236 2 sloot BX10749 -0.695	4 101 68 236 2 sloot BX10750 -0.655	3 102 85 275 . veg.hor. BX10757 -0.59	3 102 89 270 . ophoging BX10754 -0.15	3 102 89 271 . ophoging BX10755 -0.03	3 102 78 267 . cultuurlaag BX10751 -0.3	3 102 78 268 . cultuurlaag BX10752 -0.24	3 102 78 269 . cultuurlaag BX10753 -0.05	3 102 81 272 . nat. laag BX10756 -0.3	put vlak spoor vondst vulling spoorraad labcode mNAP
Getelde pollensom	664	659	685	667	684	691	702	674	648	650	667	647	663	730	Getelde pollensom
Pollenconcentratie (*1000 korrels/ml)	87	174	37	66	51	27	55	242	16	30	2	10	9	29	Pollenconcentratie (*1000 korrels/ml)
Som boompollen	14.5	15.6	20.9	22.5	19.7	23.6	40.2	14.7	12.0	15.1	18.0	7.7	7.2	29.7	Som boompollen
Som niet-boompollen	85.5	84.4	79.1	77.5	80.3	76.4	59.8	85.3	88.0	84.9	82.0	92.3	92.8	70.3	Som niet-boompollen
Bomen van drogere gronden	9.6	9.3	13.4	15.4	14.2	17.5	27.9	9.5	8.6	9.7	11.5	5.4	4.8	19.2	Bomen van drogere gronden
Bomen van nattere gronden	4.8	6.4	7.4	7.0	5.6	6.1	12.3	5.2	3.4	5.4	6.4	2.3	2.4	10.5	Bomen van nattere gronden
Boskruiden	0.2	0.2	0.1	0.3	0.7	0.9	0.7	0.3	0.0	0.3	1.9	0.3	0.2	0.5	Boskruiden
Cultuurgewassen	0.9	0.6	0.3	0.3	0.7	0.9	0.1	0.1	0.9	0.5	0.0	0.6	0.2	0.3	Cultuurgewassen
Planten van akkers en droge ruigten	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.3	0.6	0.3	0.6	0.3	0.4	0.6	0.3	0.1	Planten van akkers en droge ruigten
Algemene kruiden	33.3	31.9	30.7	37.8	32.6	22.4	13.2	25.2	31.0	21.7	21.9	20.6	27.0	22.5	Algemene kruiden
Graslandplanten	16.3	20.9	17.2	15.6	22.1	18.8	16.2	47.6	37.3	40.2	26.1	58.9	47.7	16.4	Graslandplanten
Moeras- en oeverplanten	8.0	6.4	13.0	10.9	11.3	16.8	16.5	5.8	9.0	13.5	12.4	4.2	7.4	15.6	Moeras- en oeverplanten
Waterplanten	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Waterplanten
Heide- en hoogveenplanten	5.3	5.6	8.9	7.5	7.2	11.6	9.1	4.3	7.3	7.2	12.4	4.5	4.5	11.4	Heide- en hoogveenplanten
Planten van brakke en zoute standplaatsen	21.5	18.7	8.8	4.9	5.6	4.8	3.3	1.6	1.9	1.2	6.7	2.6	5.6	3.4	Planten van brakke en zoute standplaatsen
Bomen van drogere gronden															
Berk	2.0	2.3	2.8	3.6	2.9	2.9	5.1	1.9	2.5	1.8	2.4	1.2	1.1	5.1	Betula (B)
Beuk	0.0	0.5	0.9	0.6	1.0	0.7	0.6	+	0.0	0.2	0.4	0.0	0.0	0.4	Fagus (B)
Den	1.5	1.7	2.3	1.5	2.0	3.0	2.6	1.8	1.9	2.0	2.4	0.8	0.9	2.3	Pinus (B)
Eik	1.8	1.1	3.1	5.1	2.0	5.4	9.0	1.3	0.6	1.5	1.8	0.5	0.5	4.0	Quercus (B)
Haagbeuk	0.2	0.5	0.6	0.3	0.7	0.9	0.9	0.4	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.3	Carpinus betulus (B)
Hazelaar	3.9	3.3	3.6	3.4	4.7	4.1	8.8	3.9	3.4	4.0	4.0	2.9	2.3	6.3	Corylus (B)
Iep	0.0	+	+	0.1	0.6	0.3	0.6	0.0	0.2	+	0.3	0.0	0.2	0.5	Ulmus (B)
Jeneverbes-type	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	cf. +	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Juniperus communis-type (B)
Linde	0.2	+	0.1	0.4	0.1	+	0.3	0.1	0.2	+	0.1	0.0	0.0	+	Tilia (B)
Spar	+	+	+	0.1	0.0	0.3	+	+	0.0	0.0	+	+	+	0.1	Picea (B)
Sporkehout	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Rhamnus frangula
Zilverspar	+	+	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	Abies (B)
Bomen van nattere gronden															
Els	4.7	6.4	7.3	6.7	5.1	5.9	12.0	5.2	3.4	5.2	6.3	2.2	2.4	10.5	Alnus (B)
Es-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	Fraxinus excelsior-type (B)
Wilg	0.2	0.0	0.1	0.3	0.4	0.0	0.1	0.0	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	Salix (B)
Boskruiden															
Adelaarsvaren	0.0	0.0	+	0.1	0.0	0.7	+	0.1	0.0	0.2	1.6	0.2	0.2	0.4	Pteridium aquilinum (M)
Eikvaren	0.2	0.2	0.1	0.1	0.4	0.1	0.3	0.1	+	0.2	0.3	0.2	0.0	0.1	Polypodium (M)
Hop	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Humulus lupulus (P)
Koningsvaren	0.0	0.0	+	0.0	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	Osmunda regalis (M)

put vlak spoor vondst vulling spoorraad labcode mNAP	4 101 68 236 1 sloot BX10744 -0.92	4 101 68 236 1 sloot BX10745 -0.895	4 101 68 236 1 sloot BX10746 -0.81	4 101 68 236 1 sloot BX10747 -0.765	4 101 68 236 2 sloot BX10748 -0.73	4 101 68 236 2 sloot BX10749 -0.695	4 101 68 236 2 sloot BX10750 -0.655	3 102 85 275 . veg.hor. BX10757 -0.59	3 102 89 270 . ophoging BX10754 -0.15	3 102 89 271 . ophoging BX10755 -0.03	3 102 78 267 . cultuurlaag BX10751 -0.3	3 102 78 268 . cultuurlaag BX10752 -0.24	3 102 78 269 . cultuurlaag BX10753 -0.05	3 102 81 272 . nat. laag BX10756 -0.3	put vlak spoor vondst vulling spoorraad labcode mNAP	
Wilde kamperfoelie-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Lonicera periclymenum-type (B)
Cultuurgewassen																
Gerst/Tarwe-type	0.5	0.2	+	0.1	0.6	0.6	0.0	+	0.6	0.3	0.0	0.3	0.2	0.1	0.1	Hordeum/Triticum-type
Granen-type	0.2	0.5	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.2	0.0	0.3	+	0.1	0.1	Cerealia-type
Rogge	0.3	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Secale (B)
Tarwe-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Triticum-type (B)
Wikke-type cf. Tuinboon	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Vicia-type (B) cf. V. faba
Planten van akkers en droge ruigten																
Alsem	0.0	0.2	+	0.1	+	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	Artemisia (B)
Brandnetelfamilie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	Urticaceae (B)
Gewoon varkensgras-type	0.2	0.0	0.1	0.0	0.1	+	0.0	0.1	0.6	0.3	0.1	0.2	0.2	0.0	0.0	Polygonum aviculare-type (B)
Algemene kruiden																
Anjerfamilie	0.2	0.0	0.3	+	+	0.0	0.3	+	0.2	0.5	0.1	0.3	0.3	0.0	0.0	Caryophyllaceae (B)
Composietenfamilie buisbloemig	0.5	0.3	0.1	0.6	0.9	0.3	0.3	0.3	1.2	0.8	0.3	1.5	1.7	0.5	0.5	Asteraceae tubuliflorae
Composietenfamilie lintbloemig	4.5	2.7	5.3	3.1	4.1	4.1	1.7	1.9	10.8	8.9	11.7	12.7	20.7	5.1	5.1	Asteraceae liguliflorae
Distel/Vederdistel	0.0	0.0	0.0	+	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Carduus/Cirsium
Duifkruid-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Scabiosa columbaria-type (P)
Ganzenvoetfamilie	25.6	26.6	23.4	31.5	25.6	17.1	9.7	22.1	16.2	6.3	7.5	4.6	3.5	13.6	13.6	Chenopodiaceae p.p. (B)
Hennepnetel-Ballote-groep	0.0	0.0	0.0	+	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	Galeopsis-Ballota-groep (B)
Kamille-type	0.3	0.5	0.0	0.3	0.4	0.1	0.3	0.1	0.0	0.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	Matricaria-type (B)
Kluwenzuring-groep	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Rumex conglomeratus-groep (P)
Kruisbloemenfamilie	1.7	0.8	1.2	1.0	1.2	0.7	0.4	0.4	2.3	4.9	1.6	1.1	0.8	3.3	3.3	Brassicaceae (B)
Kruiskruid-type	0.6	1.1	0.3	1.0	0.3	0.1	0.4	0.3	0.2	0.0	0.3	0.3	0.2	0.0	0.0	Senecio-type (B)
Rozenfamilie	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Rosaceae
Schermbloemenfamilie	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.2	0.2	0.0	+	0.0	0.0	0.0	Apiaceae (B)
Zwart hauwmos	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Anthoceros punctatus (M)
Graslandplanten																
Addertong	0.0	0.2	+	0.0	0.0	0.1	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	Ophioglossum vulgatum (M)
Blauwe knoop	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Succisa pratensis (P)
Gewone waternavel	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Hydrocotyle vulgaris (B)
Grassenfamilie	14.5	18.4	14.9	13.5	20.0	17.2	14.4	46.7	31.6	36.2	20.4	54.1	41.5	13.3	13.3	Poaceae (B)
Grassenfamilie, korrels >40 mu	0.0	0.5	0.4	0.7	0.7	0.1	0.3	0.4	0.9	0.8	0.1	0.5	0.3	0.4	0.4	Poaceae >40 mu
Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	Plantago major-media-type (B)
Klaver	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	Trifolium
Knoopkruid-type	+	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	Centaurea jacea-type (B)
Ratelaar-type	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	Rhinanthus-type (B)
Schapenzuring	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Rumex acetosella (P)
Scherpe boterbloem-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.1	0.0	1.1	0.3	0.6	0.3	0.4	0.4	Ranunculus acris-type (B)
Smalle weegbree-type	0.3	0.3	0.1	0.0	0.1	0.1	0.3	+	0.9	0.0	0.6	0.5	0.5	0.0	0.0	Plantago lanceolata-type (B)
Sterbladigenfamilie	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	Rubiaceae (B)

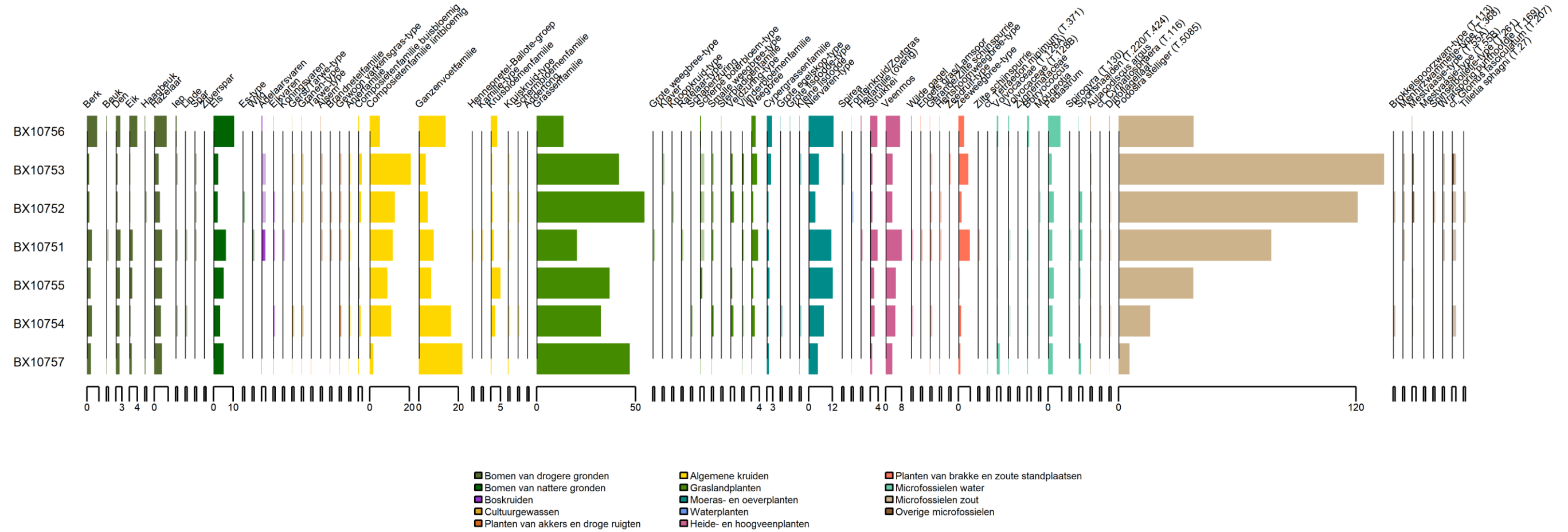
put vlak spoor vondst vulling spoor aard labcode mNAP	4 101 68 236 1 sloot BX10744 -0.92	4 101 68 236 1 sloot BX10745 -0.895	4 101 68 236 1 sloot BX10746 -0.81	4 101 68 236 1 sloot BX10747 -0.765	4 101 68 236 2 sloot BX10748 -0.73	4 101 68 236 2 sloot BX10749 -0.695	4 101 68 236 2 sloot BX10750 -0.655	3 102 85 275 . veg.hor. BX10757 -0.59	3 102 89 270 . ophoging BX10754 -0.15	3 102 89 271 . ophoging BX10755 -0.03	3 102 78 267 . cultuur laag BX10751 -0.3	3 102 78 268 . cultuur laag BX10752 -0.24	3 102 78 269 . cultuur laag BX10753 -0.05	3 102 81 272 . nat. laag BX10756 -0.3	put vlak spoor vondst vulling spoor aard labcode mNAP
Veldzuring-type	0.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.5	0.8	0.1	1.7	1.1	0.0	Rumex acetosa-type (P)
Vlinderbloemenfamilie	0.6	0.2	0.3	0.4	0.0	+	0.3	0.1	0.2	0.3	0.6	0.5	0.9	0.0	Fabaceae p.p. (B)
Weegbree	0.8	1.2	1.2	0.6	0.9	0.9	0.6	0.1	1.7	0.9	3.4	0.9	2.9	2.1	Plantago
Moeras- en oeverplanten															
Cypergrassenfamilie	2.1	1.2	2.3	1.9	2.0	2.3	4.7	1.0	0.9	1.4	1.0	0.8	2.1	2.6	Cyperaceae (B)
Echte valeriaan-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Valeriana officinalis-type (B)
Galigaan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Cladium mariscus
Grote en Blonde egelskop-type	0.2	0.0	+	0.1	0.3	0.0	+	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	Sparganium erectum-type (P)
Grote lisdodde-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	Typha latifolia-type (B)
Kleine lisdodde	0.0	0.0	0.3	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	+	0.0	0.0	0.0	+	0.1	Typha angustifolia
Niervaren-type	5.7	5.2	10.4	8.4	8.8	14.3	11.5	4.6	7.7	12.2	11.4	3.4	5.1	12.6	Dryopteris-type (M)
Spirea	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	Filipendula (B)
Waterdrieblad	+	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Menyanthes trifoliata (B)
Waterplanten															
Krabbenscheer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Stratiotes aloides (B)
Heide- en hoogveenplanten															
Heifamilie (overig)	0.2	0.3	0.7	0.3	0.3	0.3	0.6	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.3	Ericaceae (overig)
Ronde zonnedauw-type	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Drosera rotundifolia-type (B)
Struikhei	1.7	2.1	3.2	1.8	2.6	3.8	4.1	0.9	2.2	2.0	3.7	1.1	1.1	3.6	Calluna vulgaris (B)
Veenmos	3.5	3.2	4.8	5.2	4.1	7.1	4.3	3.4	4.9	5.1	8.2	3.4	3.5	7.3	Sphagnum (M)
Wilde gagel	+	0.0	0.1	0.1	0.1	0.4	0.1	0.0	0.2	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3	Myrica gale (B)
Planten van brakke en zoute standplaatsen															
cf. Melkkruid	+	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	cf. Glaux maritima
Engels gras/Lamsoor	0.2	0.2	+	+	0.1	+	0.0	0.0	0.0	0.2	+	0.0	0.0	0.1	Armeria/Limonium
Fonteinkruid/Zoutgras	0.8	0.6	0.3	0.4	0.3	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.1	Potamogeton/Triglochin
Gerande/Zilte schijnspurrie	6.2	2.7	2.8	1.6	1.2	1.4	0.9	0.1	0.5	0.2	0.6	0.5	0.2	0.1	Spergularia media/salina
Hertshoornweegbree-type	0.3	1.7	0.4	+	0.1	+	+	0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.1	Plantago coronopus-type (B)
Ruppia	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Ruppia
Zeedruif-type	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	Ephedra distachya-type (B)
Zeeweegbree-type	11.7	11.4	4.1	2.1	3.4	2.6	1.7	1.0	1.4	0.6	5.8	1.7	5.1	2.9	Plantago maritima-type (B)
Zilte schijnspurrie	2.4	2.1	1.0	0.7	0.4	0.7	0.3	0.0	0.0	0.3	0.1	0.0	0.0	0.0	Spergularia salina
Algen															
Groenwier Tetraedron cf. T. minimum (T.371)	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.6	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	Tetraedron cf. T. minimum
Groenwier-familie Volvocaceae (T.128A)	0.9	0.8	1.6	2.1	1.0	0.9	1.3	1.6	0.6	0.5	0.1	0.3	0.3	0.8	Volvocaceae
Groenwier-familie Volvocaceae (T.128B)	0.3	0.5	0.9	0.9	0.9	1.2	0.6	0.3	0.2	0.3	0.3	0.0	0.0	0.5	Volvocaceae
Groenwier-familie Zygnemataceae	0.0	0.2	+	0.3	0.0	0.0	0.3	+	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	Zygnemataceae
Groenwier-genus Botryococcus	0.5	0.3	0.6	1.6	0.1	0.4	1.3	0.4	0.6	0.5	0.7	0.2	0.0	1.1	Botryococcus
Groenwier-genus Mougeotia	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	+	0.0	0.0	Mougeotia
Groenwier-genus Pediastrum	3.3	2.6	5.3	3.6	3.2	3.6	6.8	2.4	2.3	2.9	2.2	2.9	2.0	6.4	Pediastrum
Groenwier-genus Spirogyra (T.130)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	Spirogyra

put vlak spoor vondst vulling spoorraad labcode mNAP	4 101 68 236 1 sloot BX10744 -0.92	4 101 68 236 1 sloot BX10745 -0.895	4 101 68 236 1 sloot BX10746 -0.81	4 101 68 236 1 sloot BX10747 -0.765	4 101 68 236 2 sloot BX10748 -0.73	4 101 68 236 2 sloot BX10749 -0.695	4 101 68 236 2 sloot BX10750 -0.655	3 102 85 275 . veg.hor. BX10757 -0.59	3 102 89 270 . ophoging BX10754 -0.15	3 102 89 271 . ophoging BX10755 -0.03	3 102 78 267 . cultuurlaag BX10751 -0.3	3 102 78 268 . cultuurlaag BX10752 -0.24	3 102 78 269 . cultuurlaag BX10753 -0.05	3 102 81 272 . nat. laag BX10756 -0.3	put vlak spoor vondst vulling spoorraad labcode mNAP
Sponsnaalden (T.220/T.424)	0.5	0.6	0.3	0.3	0.0	0.1	0.1	1.2	0.6	0.8	1.8	1.7	0.3	0.1	Spongillidae
Mariene microfossielen															
Aulacodiscus argus (diatomee)	0.2	0.2	0.4	0.4	0.1	0.3	0.4	0.3	0.5	0.5	0.6	0.8	0.6	0.4	Aulacodiscus argus
cf. Actinocyclus (diatomee)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	cf. Actinocyclus
cf. Cymatiosphaera, (dinoflagellaat, T.116)	0.0	0.0	0.6	0.1	0.1	0.0	0.3	0.0	+	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	cf. Cymatiosphaera
Dinoflagellaat (marien plankton)	0.6	0.2	0.6	0.3	0.1	0.4	0.6	+	0.2	0.0	0.3	0.3	0.0	0.4	Dinoflagellaat
Podosira stelliger, (diatomee, T.5085)	4.1	2.0	6.4	8.1	7.5	12.3	16.8	5.5	15.9	37.7	77.2	120.9	134.2	37.9	Podosira stelliger
Darmparasieten															
Spoelworm	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Ascaris
Mestschimmelsporen															
Brokkelspoorzwam-type (T.113)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	Sporormiella-type
Menhirzwammetje-type (T.368)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	+	0.0	Podospora-type
Mestvaasje-type (T.55A)	0.0	0.0	+	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.5	0.1	1.1	0.8	0.1	Sordaria-type
Mestvaasje-type (T.55B)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	Sordaria-type
Spinselbolletje-type (T.261)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	Arnium-type
Wratsporig punthoofdje (T.169)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.3	0.2	0.0	Apiosordaria verruculosa
Overige microfossielen															
Glomus cf. G. fasciculatum (T.207)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.1	0.5	1.1	0.0	Glomus cf. G. fasciculatum
Tilletia sphagni (T.27)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	Tilletia sphagni
Indet	0.6	1.5	1.9	1.6	2.2	1.3	1.1	0.3	2.9	3.4	4.3	2.9	1.4	2.9	Indet
gegevens t.b.v. concentratieberekening															gegevens t.b.v. concentratieberekening
Exoten per pil	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	17197	Exoten per pil
Aantal pillen met exoot	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	Aantal pillen met exoot
Getelde exoten	66	33	164	88	119	178	89	32	490	255	2470	745	890	225	Getelde exoten
Monstervolume in ml	4	4	4	4	4	5	5	3	3	3	4	3	3	4	Monstervolume in ml

Bijlage 3 Lions-Lionserpolder, pollendiagram van V236 uit S68 (proefput 4). Op de y-as de hoogte NAP (m).



Bijlage 4 Lions-Lionserpolder, pollendiagram van de monsters uit het profiel door het podium.



Bijlage 5 Lions-Lionserpolder, resultaten van de macrorestenanalyse.

Verklaring: (o) = onverkoold, (v) = verkoold, cf. = gelijkend op, + = enkele, ++ = tientallen, +++ = honderden.

submonster	1	2a	2b	3a	3b	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	
diepte min (mNAP)	-0.91	-0.89	-0.87	-0.80	-0.78	-0.76	-0.74	-0.72	-0.67	-0.69	-0.65	-0.63	
diepte max (mNAP)	-0.93	-0.91	-0.89	-0.82	-0.80	-0.78	-0.76	-0.74	-0.69	-0.71	-0.67	-0.65	
vulling	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
Granen													
Bedekte gerst (v)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	Hordeum vulgare var. vulgare
Emmer, kelkkafbasis (v)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	Triticum dicoccon
Graan, fragment (v)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	Cerealìa indet.
Oliegewassen													
Huttentut (v)	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	Camelina sativa
Tredplanten													
Engels raaigras-type (v)	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	Lolium perenne-type
Planten van ruigten													
Uitstaande melde-type (o)	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Atriplex patula-type
Kustplanten													
Gerande/Zilte schijnspurrie (o)	1	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Spergularia media/salina
Klein schorrenkruid (o)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	Suaeda maritima
Kortarige/Langarige zeekraal (o)	22	19	5	3	.	.	.	.	.	.	.	4	Salicornia europaea/procumbens
Schorrenzoutgras (o)	2	2	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Triglochin maritima
Stomp kweldergras (o)	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	Puccinellia distans
Zilte rus (o)	200	104	42	25	73	6	8	38	.	.	.	60	Juncus gerardii
Zilte zegge (v)	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	Carex distans
Planten van oevers en moeras													
Heen (o)	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	Bolboschoenus maritimus
Koninginnekruid (o)	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	Eupatorium cannabinum
Planten van voedselrijk grasland													
Hopklaver (v)	.	.	.	.	.	1	1	.	.	.	.	.	Medicago lupulina

submonster	1	2a	2b	3a	3b	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	
diepte min (mNAP)	-0.91	-0.89	-0.87	-0.80	-0.78	-0.76	-0.74	-0.72	-0.67	-0.69	-0.65	-0.63	
diepte max (mNAP)	-0.93	-0.91	-0.89	-0.82	-0.80	-0.78	-0.76	-0.74	-0.69	-0.71	-0.67	-0.65	
vulling	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	
<i>Planten van bosrand en struweel</i>													
Gewone vlier (o)	.	.	.	1	.	2	1	.	.	.	.	.	Sambucus nigra
<i>Niet ingedeeld</i>													
Alsem (o)	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Artemisia
Ganzenvoetfamilie (o)	2	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	Chenopodiaceae
Grassenfamilie, stengel (v)	.	.	.	.	.	.	1	.	2	.	.	.	Poaceae
Niet determineerbaar, stengel (v)	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Indet.
Vlier (o)	.	.	.	.	1	.	.	2	.	.	.	.	Sambucus
Zeegerst/Kruipertje (o)	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	Hordeum marinum/murinum
<i>Dierlijke resten</i>													
Mosselkreeftjes, schelp	.	.	.	1	.	1	.	+	.	.	.	.	Ostracoda
Vliegen, pop	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Brachycera
Watervlo, ephippium	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	Daphnia
Zeeduizendpoten, kaak	1	.	.	1	.	.	.	1	.	.	.	.	Alitta
wervel	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	Osteichthyes
<i>Archeologische resten</i>													
Aardewerk	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	+	.	Aardewerk
Verkoold materiaal	.	.	.	+	+	+	+	++	+	.	.	.	verkoold materiaal