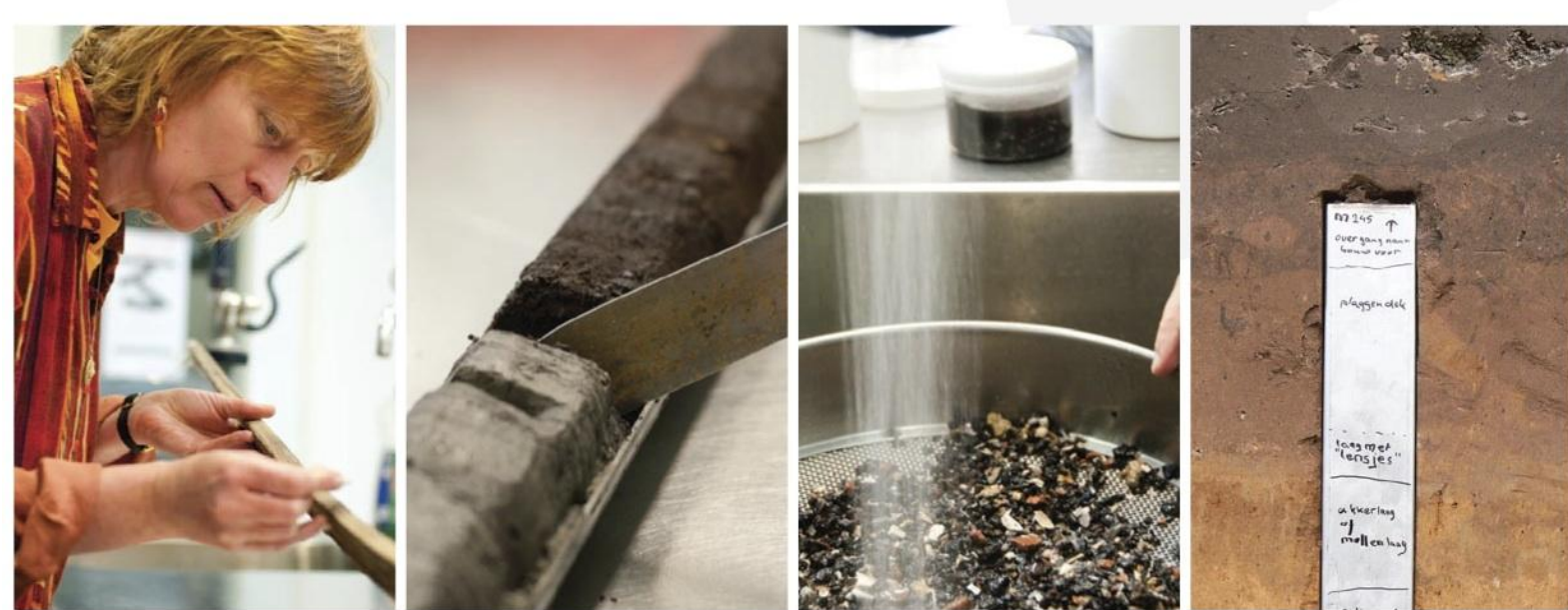




biologische archeologie &  
landschapsreconstructie

# Het landschap onder de Westfriese Omringdijk bij Winkel op basis van botanisch onderzoek



# BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

872

DATUM

DECEMBER 2015

AUTEUR

L.I. KOOISTRA

Colofon

**Titel:**

BIAXiaal 872

Het landschap onder de Westfriese Omringdijk bij Winkel op basis van botanisch onderzoek

**Auteur:**

Laura I. Kooistra

**Opdrachtgever:** Vestigia Archeologie & Cultuurhistorie B.V.

**Projectcode:** V14-2848

**Rapportnr.:** V1266

**Gemeente:** Hollands Kroon

**Plaats:** Winkel

**Toponiem:** estfriesedijk

**ARCHIS-onderzoeksmeldingsnummer:** 54.126

**Centrumcoördinaten vindplaats:** 123.600/530.080

**ISSN:** 1568-2285

©BIAX Consult, Zaandam, 2015

**Correspondentieadres:**

BIAX Consult

Hogendijk 134

1506 AL Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

fax: 075 – 61 49 980

e-mail: [biax@biax.nl](mailto:biax@biax.nl)

[www.biax.nl](http://www.biax.nl)

## 1. Inleiding

In juni 2015 heeft Vestigia een kort veldonderzoek uitgevoerd in de Westfriese dijk bij Winkel. In verband met wegwerkzaamheden was archeologisch onderzoek naar de fundering van de historische Westfriese Omringdijk uit het begin van de dertiende eeuw noodzakelijk geworden. Het dijklichaam van de historische dijk leek te zijn aangebracht op een vezelige organische laag die op een veenpakket lag. In het veld was de aard van de vezelige laag niet goed vast te stellen en daarom is een brede profielbak over de basis van het dijklichaam en de onderliggende pakketten geslagen (figuur 1 en 2). De profielbak is vervolgens voor botanisch onderzoek aan BIAX Consult aangeboden om antwoord te krijgen op onderstaande vragen.

- 1) Is de vezelige laag onder de dijk een vlijlaag (een funderingslaag), of betrof het de vegetatie die werd afgedekt toen men het dijklichaam aanbracht?
- 2) Wanneer is de dijk gebouwd?
- 3) Hoe zag het landschap eruit ten tijde van de bouw van de dijk?

Om antwoorden op deze vragen te zoeken is de profielbak eerst beschreven. Op basis daarvan is in overleg met de projectleider bij Vestigia, R. van Heeringen, een <sup>14</sup>C-monster geselecteerd en zijn de verschillende lagen op botanische macroresten onderzocht. Eén van de lagen is bovendien geselecteerd voor onderzoek op palynologische resten. In dit rapport is verslag gedaan van het daterende en botanische onderzoek.



Figuur 1 Westfriese Dijk – Winkel, veldfoto met locatie profielbak binnen de cirkel (© Vestigia).



**Figuur 2** Westfriese dijk – Winkel, foto links toont de plaggenstructuur in het oudste dijklichaam (spoor S1) gezien loodrecht op de dijk. Foto rechts toont een donkere veenband (spoor S2) onder het oudste dijklichaam (spoor S1). Spoor S1000 is het niet geroerde samengedrukte veen (© Vestigia).

## 2. Materiaal en methode

De profielbak (50 x 10 x 10 cm, lengte x breedte x diepte) met vondstnummer V6 is op het laboratorium van BIAX *Consult* beschreven en gefotografeerd, na eerst het profiel met een mes te hebben schoongemaakt (*figuur 3*).

Er zijn vier macrorestenmonsters genomen (*tabel 1*). Deze zijn met leidingwater gezeefd op een set zeven van 2, 1, 0,5 en 0,25 mm. De residu's zijn in plastic potten met water opgeslagen, waarna ze met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 10x5 zijn doorgekeken. Daarbij zijn alle herkenbare plantenresten genoteerd. Bij de analyse, die is uitgevoerd door L. Kubiak-Martens, is gebruik gemaakt van de referentiecollectie voor macroresten van BIAX *Consult* en de gebruikelijke determinatieliteratuur.<sup>1</sup> De gevonden plantensoorten zijn in globale ecologische groepen ingedeeld, die gebaseerd zijn op Tamis en anderen.<sup>2</sup> De naamgeving volgt die van de laatste druk van de Heukels flora.<sup>3</sup>

Uit één van de macrorestenmonsters is een pollenmonster genomen. Deze is bereid volgens de standaardmethode van Erdtman.<sup>4</sup> Om een indruk te krijgen van de pollenconcentratie is aan het monster een vaste hoeveelheid sporen (twee tabletten met ca. 9.666 sporen per tablet) van een wolfsklauwsoort (*Lycopodium clavatum*) toegevoegd. De bereiding is uitgevoerd onder leiding van M. Hagen van de Vrije Universiteit van Amsterdam. De analyse, uitgevoerd door M. van Waijen, bestond uit het tellen van circa 600 pollen en sporen, exclusief die van waterplanten. Bij de analyse is gebruik gemaakt van een doorvallend-

<sup>1</sup> Berggren 1969, 1981; Anderberg 1994; Cappers *et al.* 2006; Körber-Grohne 1964, 1991.

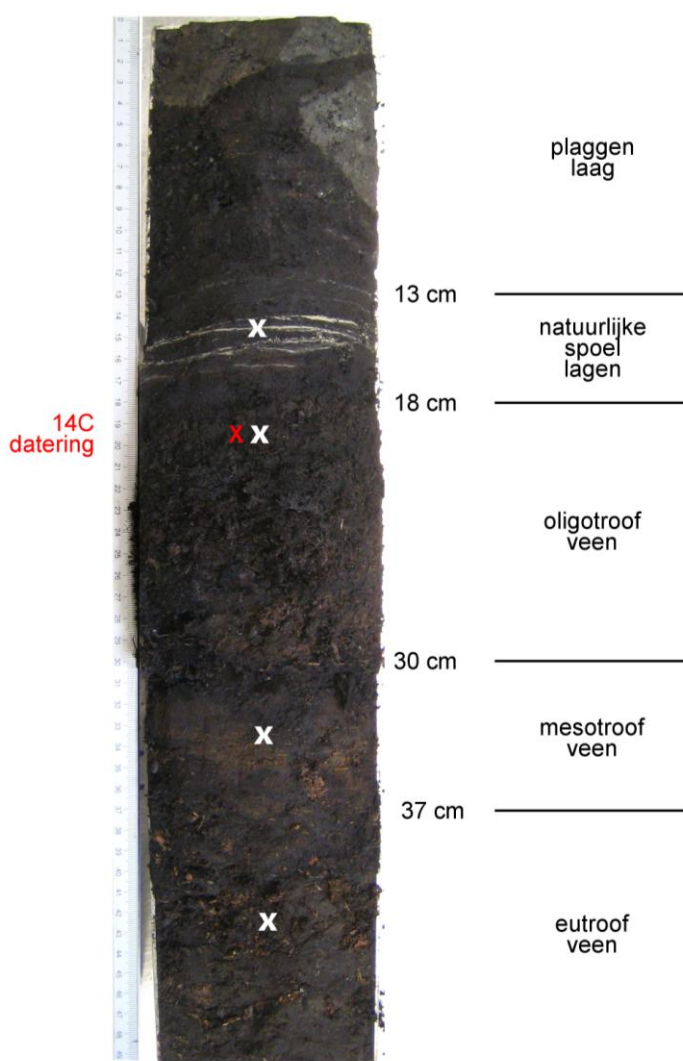
<sup>2</sup> Tamis *et al.* 2004.

<sup>3</sup> Van der Meijden 2005.

<sup>4</sup> Erdtman 1960; Fægri *et al.* 1989; met modificaties van Konert 2002.

Tabel 1 Westfriesse dijk – Winkel, overzicht van onderzochte monsters uit profielbak V6.

diepte (in cm van top bak)	diepte (in m -NAP)	laagtype	volume (in ml)	N tabletten	laboratorium-code
<b>macroresten</b>					
15-17	0,05-0,07	spoellagen	250	.	.
17-19	0,07-0,09	overgangslaag	250	.	.
19-22	0,09-0,12	top oligotroof veen	300	.	.
32-35	0,22-0,25	midden mesotroof veen	300	.	.
42-45	0,32-0,35	midden eutroof veen	300	.	.
<b>palynologische resten</b>					
15-17	0,05-0,07	spoellagen	3	2	BX7092



Figuur 3 Westfriesse dijk – Winkel, profielbak met laagbeschrijving en de locaties van de macrorestenmonsters (witte x) en het <sup>14</sup>C-monster (rode x). Het palynologische monster is van hetzelfde niveau als het bovenste macrorestenmonster afkomstig. De bak is aangebracht tussen 0,10 + en 0,40 m -NAP. In de afbeelding zijn de niveaus aangegeven in centimeter vanaf de top van de bak.

lichtmicroscopie met vergrotingen tot 10x100 (eventueel met fasecontrast). Bij de analyse is gebruik gemaakt van de referentiecollectie voor pollen en sporen van BIA X Consult en de gebruikelijke determinatieliteratuur.<sup>5</sup> Nomenclatuur van de pollentypen volgt deze literatuur. Naast pollen en sporen zijn ook zogenaamde non-pollen palynomorfen (NPP's), zoals resten van schimmels gedetermineerd.<sup>6</sup> Net als bij de macroresten zijn de gevonden plantensoorten in globale ecologische groepen ingedeeld, die gebaseerd zijn op Tamis en anderen, en die de naamgeving volgt van de laatste druk van de Heukels flora.<sup>7</sup>

Voor het <sup>14</sup>C-monster zijn macroresten van landplanten geselecteerd. De <sup>14</sup>C-meting is uitgevoerd door het Poznan Radiocarbon Laboratory in Polen onder leiding van prof. T. Goslar.

### 3. Resultaten en discussie

#### 3.1 BESCHRIJVING

In het veen is sprake van een ontwikkeling van voedselrijk eutroof veen via mesotroof veen naar zuur en voedselarm oligotroof veen (zie ook *figuur 3*). Het vezelige pakket tussen 18 en 30 centimeter vanaf de top van de bak (0,08-0,20 m - NAP) is geen vlijlaag of afgedekte vegetatie maar veen en waarschijnlijk oligotroof veen. Deze conclusie is gebaseerd op de textuur van de laag zelf en de geleidelijke overgang van het onderliggende veen naar de vezelige laag toe. Bovendien komen op de vezelige laag tussen 13 en 18 centimeter van de top van de bak (0,03-0,08 m - NAP) een aantal spoelbandjes voor (wit zand). Deze spoelbandjes bevinden zich in een natuurlijke laag die eveneens bestaat uit heel fijn gelaagd sediment met veel organische resten. Het lijkt er daarmee op alsof het veenpakket is overspoeld. Pas na die overspoeling met rustig water – er is op het oog geen scherpe scheiding met de onderliggende ‘oligotrofe’ veenlaag – zijn de plaggen van het dijklichaam opgebracht.

Om zekerheid over de landschapontwikkeling te krijgen is voorgesteld om alle drie de veenlagen en het pakket met spoellaagjes op het veen op macroresten te onderzoeken. Daarmee kon achterhaald worden of het hier echt om veenlagen gaat en zo ja, hoe het veen zich in de loop van de tijd heeft ontwikkeld. Tevens is voorgesteld om het pakket met spoellaagjes op palynologische resten en non-pollen palynomorfen te onderzoeken. In combinatie met de aanwezige macroresten kan dan worden achterhaald of de spoellaagjes in een zout of zoet milieu zijn afgezet.

Gezien de ogenschijnlijk rustige verdrinking van het veen op 18 centimeter van de top van de bak (0,08 m - NAP) was het idee dat het veen niet al te veel was geërodeerd voorafgaande aan de overspoeling. Daarom is ervoor gekozen om de top van de vezelige laag met de <sup>14</sup>C-methode te laten dateren. Vanwege het verspoelde karakter van de laag tussen 13 en 18 centimeter van de top van de bak

<sup>5</sup> Beug 2004; Moore *et al.* 1991; Punt *et al.* 1976-2009.

<sup>6</sup> Van Geel 1976; Pals *et al.* 1980.

<sup>7</sup> Tamis *et al.* 2004; Van der Meijden 2005.

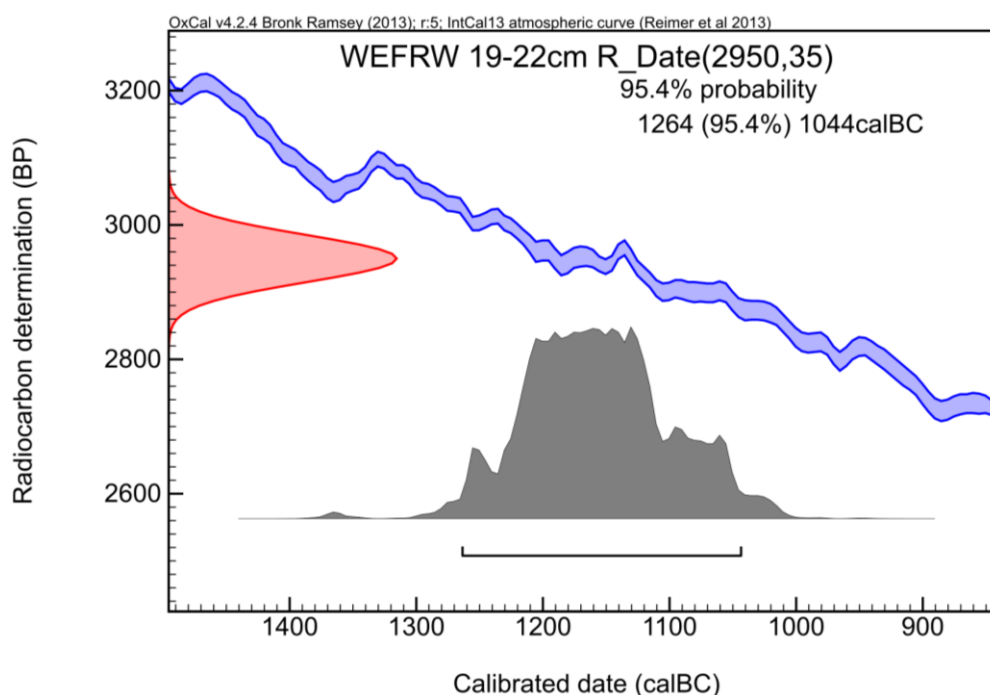
(0,03-0,08 m -NAP) werd het te dateren botanische materiaal uit deze laag niet betrouwbaar geacht. Het kon immers om verspoeld materiaal uit een oudere periode gaan.

### 3.2 <sup>14</sup>C-ONDERZOEK

Voor <sup>14</sup>C-onderzoek zijn de stengelbases van eenarig wollegras (*Eriophorum vaginatum*) ingestuurd (bijlage 1). Dit materiaal leverde een <sup>14</sup>C-ouderdom op van  $2950 \pm 35$  BP (Poz-75991) wat na kalibratie neerkomt op 1264 tot 1044 jaar voor Chr. (95,4% waarschijnlijkheid, zie ook *figuur 4*). De top van het bewaard gebleven veen op 0,09 tot 0,12 m -NAP (19-22 cm vanaf top profielbak) dateert daarmee uit de midden/late bronstijd.

### 3.3 BOTANISCHE MACRORESTEN VAN HET ONDERSTE VEEN

De resultaten van het macrorestenonderzoek zijn samengevat in *bijlage 1*. Het monster uit het onderste veen (0,32-0,35 m -NAP) bestond uit een matrix van rietresten. Het voedselrijke, niet zure karakter van het veen blijkt uit de aanwezigheid van resten van moeraszegge (*Carex acutiformis*), stijve zegge (*Carex elata*), wolfspoot (*Lycopus europaeus*), grote boterbloem (*Ranunculus lingua*) en moerasandoorn (*Stachys palustris*). Indicatoren voor hard water zijn stijve zegge en grote boterbloem. De aanwezigheid van resten van uitstaande of spiesmelde (*Atriplex patula/prostrata*) en melganzenvoet (*Chenopodium album*) maken aannemelijk dat er droge plekken zijn geweest met open, voedselrijke grond, want zaden van deze soorten kunnen alleen kiemen in vegetatielose grond. In een waterrijk veengebied zijn zulke omstandigheden op drijftillen te vinden. Het is



*Figuur 4* Westfriese dijk – Winkel, kalibratie van de <sup>14</sup>C-ouderdom van de top van het veen, op basis van Bronk Ramsey (2013) en de kalibratiecurve van Reimer *et al.* (2013).

goed mogelijk dat op dergelijke plaatsen ook ruige zegge (*Carex hirta*) en veldrus (*Juncus acutiflorus*) groeiden. Vreemder is het voorkomen van een zaadje van schorrenkruid (*Suaeda maritima*) een vertegenwoordiger van pioniervegetaties op zilte bodem. Veen accumuleert alleen in zoet water. Het is mogelijk dat er een overstroming met brak water is geweest, waarbij onder andere een zaadje van schorrenkruid is meegevoerd. Hoewel de ouderdom van dit veen niet bekend is, kan er wel een globale indicatie voor gegeven worden. Het niveau met schorrenkruid lag gemiddeld 23 centimeter onder het gedateerde niveau.<sup>8</sup> Op basis van uitgebreid <sup>14</sup>C-onderzoek aan venen heeft men kunnen achterhalen dat in een ongestoord veenpakket de dikte van één millimeter veen overeen komt met één jaar.<sup>9</sup> Vertaald naar het veen onder de Westfriese Omringdijk, zou het niveau met schorrenkruid circa 230 jaar ouder zijn dan de <sup>14</sup>C-gedateerde top van het oligotrofe veen. In die periode –circa 1500 voor Chr. – was er via het zeegat van Bergen nog een open verbinding met zee. Vrij snel daarna slibde het zeegat van Bergen dicht.<sup>10</sup>

Al met al ontstaat een beeld van een voedselrijk, nat rietmoeras, dat met kalkhoudend oppervlaktewater werd gevoed. Een veen met deze eigenschappen wordt ook wel eutroof veen genoemd. Het water was zoet, anders kan er geen veenaccumulatie plaatsvinden, maar een enkele keer zal het rietveenmoeras met brak water zijn overstroomd.

#### 3.4 BOTANISCHE MACRORESTEN VAN HET MIDDELSTE VEEN

Domineerden de rietresten in het onderste veen, de matrix van het middelste veen werd gevormd door resten van waterdriblad (*Menyanthes trifoliata*), moerasvaren (*Thelypteris palustris*) en niet nader gedetermineerde mosresten (Bryales). Rietresten zijn nog wel in het pakket vertegenwoordigd, maar de vitaliteit ervan lijkt sterk te zijn afgenomen. Waterdriblad is zoutmijdend en de dominante aanwezigheid van resten van deze soort maakt duidelijk dat het veen niet meer binnen het bereik van overstromingen met brak water lag. Waterdriblad en moerasvaren zijn vertegenwoordigers van een matig voedselarm, neutraal tot hooguit licht zuur milieu. De vruchten van zachte berk (*Betula pubescens*) en een bladknop van een niet nader te determineren berkensoort laten zien dat het veen ten opzichte van het niveau op 0,32 tot 0,35 m -NAP voedselarmer, zuurder en droger is geworden. De gegevens bij elkaar opgeteld leiden tot de interpretatie dat op dit niveau (0,22-0,25 m -NAP) het veenmoeras niet meer te maken had met overstromingen met brak water en vrijwel uitsluitend gevoed werd met grond- en regenwater. Een dergelijk veen wordt ook wel mesotroof veen genoemd. De aanwezigheid van berk en grasmuur (*Stellaria graminea*) maakt aannemelijk dat het moeras, circa honderd jaar na het voedselrijke rietmoeras dat op een diepte van 0,32-0,35 m -NAP is aangetroffen, verlandde.

<sup>8</sup> Uitgaande van de gemiddelde diepte van beide monsters: 0,105 en 0,335 m -NAP.

<sup>9</sup> O.a. Aaby & Tauber 1974; Eland 1982; Middeldorp 1982.

<sup>10</sup> Vos 2015, 109,117.



### 3.5 BOTANISCHE MACRORESTEN VAN HET BOVENSTE VEEN

De matrix van de top van het bovenste veen bestaat uit resten van eenarig wollegras en veenmos (*Sphagnum* sectie *acutifolia*). Een enkele rest van struikhei (*Calluna vulgaris*) completeert de samenstelling aan plantenresten. Wollegras en vertegenwoordigers van veenmos van de sectie *acutifolia* wijzen op een nat, voedselarm en zuur hoogveenmoeras. Het moeras moet buiten het bereik van het voedselrijkere oppervlaktewater hebben gelegen en zal vooral met regenwater en mogelijk nog wat (voedselarm) grondwater zijn gevoed. Het assemblage op dit niveau is kenmerkend voor het hele pakket tussen 0,09 en 0,20 m -NAP (19-30 cm vanaf de top van de bak), dat daardoor bestempeld kan worden als oligotroof veen. Het vezelige uiterlijk van het pakket wordt dus veroorzaakt door stengels en bladeren van eenarig wollegras. Eenarig wollegras is samen met bruin veenmos (*Sphagnum fuscum* uit de sectie *acutifolia*) een belangrijke hoogveenvormer, met name op de iets drogere plaatsen in dit zeer voedselarme zure moeras.<sup>11</sup> In hoogveenmoerassen met dergelijke groeicondities komt op de verdrogende delen struikhei voor en er zijn vaak kleine veenbes (*Oxycoccus palustris*) en lavendelhei (*Andromeda polifolia*) te vinden. Waarschijnlijk kwamen deze houtige plantensoorten ook in dit hoogveen voor, want tijdens de monsternamen is in het vezelige pakket een takje met een diameter van ruim 0,5 centimeter aangetroffen van een niet nader te determineren bes of veenbes (*Vaccinium*).

### 3.6 BOTANISCHE MACRORESTEN VAN DE OVERGANGSLAAG

De matrix van de laag tussen het vezelige oligotrofe veen en de minerale spoellaagjes (0,07 tot 0,09 m -NAP; 17-19 cm van de top van de bak) is vergelijkbaar met het oligotrofe veen, met dat verschil dat er meer veenmos dan eenarig wollegras in voorkomt. Het lijkt er daarmee op dat het hoogveen na de midden-/late bronstijd (1264-1044 v.Chr.) natter werd en veenmos de overhand kreeg.

### 3.7 MACRORESTEN EN PALYNOLOGISCH MATERIAAL VAN DE SPOELLAAGJES

De spoellaagjes tussen het veen en de plaggen van het dijklichaam van de Westfriese Omringdijk zijn op macroresten en palynologisch materiaal onderzocht (*bijlage 1 en 2*). Zoals werd verwacht bestond het botanisch materiaal uit een mix van hoogveenplanten en plantensoorten die met de middeleeuwen worden geassocieerd. Tot de vertegenwoordigers van het hoogveen worden de resten van lavendelhei, struikhei, dophei (*Erica tetralix*-type pollen), eenarig wollegras, veenmos en het mogelijke wortelhout van heideachtigen gerekend. Het pollen van graan, met name rogge (*Secale cereale*), en dat van korenbloem (*Centaurea cyanus*) worden tot de middeleeuwse plantenresten gerekend. Dat geldt ook voor een zaadje van lijnzaad/vlas (*Linum usitatissimum*), hoewel lijnzaad/vlas al sinds de late prehistorie in Nederland werd verbouwd. De vondst van rogge en korenbloem maken echter aannemelijk dat de resten van

<sup>11</sup> Weeda *et al.* 1994, 261; Westhoff *et al.* 1981, 161, 174, 179.

lijnzaad/vlas en die van antropogene vegetaties – in *bijlage 1* en *2* de categorie ‘akkerplanten en ruderalen’ – vermoedelijk ook middeleeuws zullen zijn. De macroresten hebben geen indicatoren van brak of zout water opgeleverd. Tussen het palynologisch materiaal kwamen enkele resten van kiezelwieren voor die aan brak of zout water gebonden zijn. Ook is het pollenpercentage van de vertegenwoordigers van de ganzenvoetfamilie (Chenopodiaceae) laag. In de ganzenvoetfamilie komen zowel soorten van antropogene vegetaties als kwelders voor. Vanwege de laatste groep scoort het percentage ganzenvoetpollen in kustmilieus doorgaans hoog, maar dus niet in de spoellaagjes onder de Westfriese Omringdijk. Overigens zijn er, op enkele resten van het groenwier *Pediastrum*, evenmin indicatoren voor zoet water.

De gelaagdheid en de fijne verdeling van organische resten in het zandige tot kleiige pakket onder de plaggen van het dijklichaam maken aannemelijk dat deze laag in een rustig milieu is afgezet. Desalniettemin bevat de laag veenresten, die uit een oudere periode kunnen dateren. De aanwezigheid van cultuurgewassen en planten van antropogene vegetaties wijzen op een landschap (in de nabijheid) dat door mensen werd gebruikt. Een mogelijke verklaring voor deze opbouw is de volgende. De (hoog)veenontwikkeling bij Winkel heeft zich na de midden-/late bronstijd voortgezet tot aan de middeleeuwen. Als gevolg van de middeleeuwse veenontginningen is het later gevormde veen vergaan tot het niveau van het hoogveen uit de midden-/late bronstijd. Door deze klink kwam het ontgonnen en ingerichte veenlandschap na verloop van tijd onder water te staan en werd daardoor ongeschikt voor gebruik, totdat de Westfriese Omringdijk werd aangelegd.

#### 4. Conclusies

Tijdens archeologische onderzoek in het kader van wegwerkzaamheden op de Westfriese dijk bij Winkel is de fundering van de vroeg dertiende eeuwse Westfriese Omringdijk aangesneden. Onder het dijklichaam van de historische dijk is op een veenpakket een circa elf centimeter dikke vezelige laag aangetroffen waarvan de indruk bestond dat die als fundament (de vlijlaag) van de dijk was aangebracht. Een profielbak waarin deze laag stratigrafisch is verzameld, is op botanische resten onderzocht.

Het botanisch onderzoek heeft uitgewezen dat de vezelige laag deel uitmaakte van het veenpakket. Het veen is gevormd uit resten van een voedselrijk laagveenrietmoeras dat zich ontwikkelde via een matig voedselarm en zwak zuur veenmoeras waarin waterdrieblad en moerasvaren domineerden naar een hoogveen met eenarig wollegras en veenmos. De resten van eenarig wollegras bepaalden het vezelige uiterlijk van de laag. Een <sup>14</sup>C-datering van de top van het hoogveen leert dat deze is gevormd in de midden-/late bronstijd.

Het veen is op een goed moment overspoeld waarbij in een rustig milieu zandige en kleiige laagjes zijn afgezet. Het botanisch materiaal hierin laat een mix zien van resten van (hoog)veenplanten en planten van middeleeuwse origine zoals rogge en korenbloem. Op basis hiervan wordt aangenomen dat de

overspoeling van het veen in de middeleeuwen heeft plaatsgevonden. Uit de resten van middeleeuwse cultuurgewassen en antropogene vegetaties blijkt dat het landschap bij Winkel in cultuur was toen de overspoeling van het midden-/late bronstijdveen plaatsvond. Vermoedelijk was de ontginning van het veenlandschap debet aan de overspoeling in de middeleeuwen. Het in cultuur gebrachte veenlandschap leidde tot erosie en klink van het veen tot aan het niveau dat in de midden-/late bronstijd is gevormd. Op dat niveau kwam het middeleeuwse landschap onder water te staan en werd aan het begin van de dertiende eeuw de Westfriese Omringdijk aangelegd.

## 5. Literatuur

- Aaby, B., & H. Tauber 1974: Rates of Peat Formation in Relation to degree of humification and local environment, as shown by Studies of a Raised Bog in Denmark, *Boreas* 4, 1-17.
- Anderberg, A.-L., 1994: *Atlas of Seeds and Small Fruits of Northwest-European Plant Species, Part 4: Resedaceae-Umbelliferae*, Stockholm.
- 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.
- Bronk Ramsey, C., 2013: *OxCal v.4.2 software*, Oxford.
- Cappers, R.T.J., R.M. Bekker & J.E.A. Jans 2006: *Digitale zadenatlas van Nederland*, Groningen.
- Eland, H., 1982: *Een onderzoek naar de kwalitatieve en kwantitatieve eigenschappen van 50 cm veen*, Amsterdam (Interne rapporten van het Hugo de Vries Laboratorium 137).
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54-4, 561-564.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski 1989: *Textbook of Pollenanalysis*, Chichester (4th Ed.).
- Geel, B. van, 1976: *A Palaeoecological Study of Holocene Peat Bog Sections, based on the Analysis of Pollen, Sporen and Macro- and Microscopic Remains of Fungi, Algae, Cormophytes and Animals*, Amsterdam (PhD thesis University of Amsterdam).
- Konert, M., 2002: *Pollen Preparation Method*, Amsterdam (Intern Rapport VU).
- Körber-Grohne, U., 1964: *Bestimmungsschlüssel für subfossile Juncus-Samen und Gramineen-Früchte*, Hildesheim.
- Körber-Grohne, U., 1991: Bestimmungsschlüssel für subfossile Gramineen-Früchte, *Probleme der Küstenforschung im südlichen Nordseegebiet* 18.

- Meijden, R. van der, 2005: *Heukels' Flora van Nederland*, Groningen etc.
- Middeldorp, A.A., 1982: Pollen Concentration as a Basis for Direct Dating and Quantifying Organic and Fungal Production in a Peat Bog Ecosystem, *Review of Palaeobotany and Palynology* 37, 225-282.
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson, 1991: *Pollen Analysis*, Oxford.
- Pals, J.P., B. van Geel & A. Delfos 1980: Palaeoecological Studies in the Klokkeweel Bog near Hoogkarspel (Noord-Holland), *Review of Palaeobotany and Palynology* 30, 371-418.
- Reimer, P.J., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatté, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney, J. van der Plicht 2013: INTCAL13 and MARINE13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 Years CAL BP, *Radiocarbon* 55:4, 1869-1887.
- Punt, W., et al. (red.) 1976-2009: *The Northwest European Pollen Flora I-IX*, Amsterdam.
- 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.
- Vos, P.C., 2015: *Origin of the Dutch Coastal Landscape*, Groningen (PhD thesis Utrecht University).
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1994: *Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties* 5, Deventer.
- Westhoff, V., P.A. Bakker, C.G. van Leeuwen, E.E. van der Voo & I.S. Zonneveld 1981: *Wilde planten, deel 3*, Deventer.

Bijlage 1 Westfriese dijk – Winkel, resultaten macrorestenonderzoek. Tenzij anders vermeld, zijn de resten onverkoold. Rood is het materiaal dat voor <sup>14</sup>C-onderzoek is ingestuurd. Verklaring: v = verkoold; cf. = gelijkend op; fragm. = fragmenten; + = 1-10 resten; ++ = 11-100 resten; +++ = 101 – 1000 resten; ++++ = meer dan 1000 resten.

diepte (in cm van top van profielbak) diepte (in m -NAP) laagtype volume (in ml)	15-17 0,05-0,07 spoellagen 250	17-19 0,07-0,09 overgang 250	19-22 0,09-0,12 olig. veen 300	32-35 0,22-0,25 meso. veen 300	42-45 0,32-0,35 eu. veen 300	diepte (in cm van top van profielbak) diepte (in m -NAP) laagtype volume (in ml)
<b>cultuurgewassen</b>						<b>cultuurgewassen</b>
Linum usitatissimum	1	.	.	.	.	Lijnzaad/vlas
<b>akkerplanten en ruderalen</b>						<b>akkerplanten en ruderalen</b>
Fallopia convolvulus	1	.	.	.	.	Zwaluw tong
Stellaria media	1	.	.	.	.	Vogelmuur
Raphanus raphanistrum, hauwfragm.	1frg	.	.	.	.	Knopherik
Atriplex patula/prostrata	++	.	.	.	1	Uitstaande/Spiesmelde
Brassica rapa	1+1frg	.	.	.	.	Raapzaad
Chenopodium album	2	.	.	.	1	Melganzenvoet
Persicaria lapathifolia	1	.	.	.	.	Beklierde duizendknoop
<b>planten van gestoorde grond</b>						<b>planten van gestoorde grond</b>
Carex hirta	.	.	.	.	1	Ruige zegge
Juncus effusus type	2	.	.	.	.	Pitrus
Ranunculus sardous	1	.	.	.	.	Behaarde boterbloem
<b>kwelderplanten</b>						<b>kwelderplanten</b>
Suaeda maritima	.	.	.	.	1	Schorrenkruid
<b>moerasplanten</b>						<b>moerasplanten</b>
Bolboschoenus maritimus	.	.	.	.	2	Heen
Carex acutiformis	.	.	.	.	3	Moeraszegge
Carex elata	.	.	.	.	16	Stijve zegge
Carex pseudocyperus	.	.	.	1	.	Hoge cyperzegge
Carex riparia	1	.	.	.	2	Oeverzegge
Lycopus europaeus	.	.	.	.	1	Wolfspoot
Phragmites, stengelfragm.	.	.	.	++	+++	Riet
Phragmites, stengelfragm. (v)	.	.	.	.	+	Riet
Phragmites, rhizoom- & haarwortelfragm.	.	.	.	++	++++	Riet
Ranunculus lingua	.	.	.	.	7	Grote boterbloem
Sium latifolium	.	.	.	.	1	Grote watereppe
Stachys palustris	.	.	.	.	1	Moerasandoorn

Bijlage 1 (vervolg)

diepte (in cm van top van profielbak)	15-17	17-19	19-22	32-35	42-45	diepte (in cm van top van profielbak)
diepte (in m -NAP)	0,05-0,07	0,07-0,09	0,09-0,12	0,22-0,25	0,32-0,35	diepte (in m -NAP)
laagtype	spoellagen	overgang	olig. veen	meso. veen	eu. veen	laagtype
volume (in ml)	250	250	300	300	300	volume (in ml)
<b>graslandplanten</b>						<b>graslandplanten</b>
Stellaria graminea	.	.	.	1	.	Grasmuur
Juncus acutiflorus	.	.	.	.	+	Veldrus
<b>planten van laagveenmoerassen</b>						<b>planten van laagveenmoerassen</b>
Carex rostrata	.	.	.	+++	.	Snavelzegge
Menyanthes trifoliata	.	.	.	+++	.	Waterdriehblad
Menyanthes trifoliata, (haar)wortels	.	.	.	+++	.	Waterdriehblad
Peucedanum palustre	.	.	.	.	1	Melkeppe
Thelypteris palustris, jonge stengels met ingerolde bladeren	.	.	.	+	.	Moerasvaren
Thelypteris palustris, stengelfragm. (incl. tracheiden)	.	.	.	+++	.	Moerasvaren
<b>(hoog)veenplanten</b>						<b>hoogveenplanten</b>
Andromeda polifolia	3	.	.	.	.	Lavendelhei
Andromeda polifolia, bladfragm.	+	.	.	.	.	Lavendelhei
Betula pubescens, vrucht	.	.	.	2	.	Zachte berk
Betula, bladknop	.	.	.	1	.	Berk
Calluna vulgaris	.	.	1	.	.	Struikhei
Calluna vulgaris, blad (v)	1	.	.	.	.	Struikhei
Calluna vulgaris, twijgfragm.	.	.	+	.	.	Struikhei
Eriophorum vaginatum, los bladsclerenchym	.	.	++++	.	.	Eenarig wollegras
Eriophorum vaginatum, spoeltjes	.	.	++	.	.	Eenarig wollegras
Eriophorum vaginatum, stengel-/bladfragm. (incl. epidermis)	++	+++	+++	.	+	Eenarig wollegras
Eriophorum vaginatum, stengelbases incl. spoeltjes	+	.	+++ (0,016g)	.	.	Eenarig wollegras
Sphagnum sectie acutifolia, blaadjes	+	++++	++++	.	+	Veenmos
<b>niet in te delen</b>						
Bryales, blaadjes & stengels	.	.	.	+++	.	Mos
Carduus/Cirsium	.	.	.	.	1	Distel/Vederdistel
cf. Ericaceae, wortelhout	++	.	.	.	.	Heiachtige
Ericaceae, wortel-/takhout	.	+	.	.	+	Heiachtigen
Mentha aquatica/arvensis	.	.	.	.	3	Water-/Akkermunt
Hout	.	.	.	.	+	Hout

Bijlage 2 Westfriese dijk – Winkel, resultaten palynologisch onderzoek. Verklaring: + = aangetroffen buiten de pollentelling; B = determinatie volgens Beug (2004); P = determinatie volgens Punt *et al.* (1976-2009); Type en T. gevolgd door nummer = non-pollen palynomorfen; T.1-100 = determinatie volgens Van Geel (1976); T.126 = determinatie volgens Pals *et al.* (1980).

vondstnummer		V6	vondstnummer	
diepte (in cm van top bak)		15-16	diepte (in cm van top bak)	
diepte (in m -NAP)		0,05-0,06	diepte (in m -NAP)	
laboratoriumcode		BX7092	laboratoriumcode	
volume (in ml)		3	volume (in ml)	
getelde sporen exoot		25	getelde sporen exoot	
N toegevoegde sporen exoot		19332	N toegevoegde sporen exoot	
pollenconcentratie		183.525	pollenconcentratie	
getelde pollen en sporen		699	getelde pollen en sporen	
aantal & percentage		N	%	aantal & percentage
<b>samenvatting</b>				<b>samenvatting</b>
Som boompollen	142	20,3		Som boompollen
Som niet-boompollen	557	79,7		Som niet-boompollen
Bomen en struiken (drogere gronden)	92	13,2		Bomen en struiken (drogere gronden)
Bomen (nattere gronden)	50	7,2		Bomen (nattere gronden)
Cultuurgewassen	36	5,2		Cultuurgewassen
Akkerplanten en ruderalen	5	0,7		Akkerplanten en ruderalen
Moerasplanten	24	3,4		Moerasplanten
Graslandplanten	178	25,5		Graslandplanten
Hoogveenplanten	218	31,2		Hoogveenplanten
Niet in te delen planten	40	5,7		Niet in te delen planten
Niet in te delen sporenplanten	56	8,0		Niet in te delen sporenplanten
<b>bomen en struiken (drogere gronden)</b>				<b>bomen en struiken (drogere gronden)</b>
Betula (B)	21	3,0		Berk
Carpinus betulus (B)	2	0,3		Haagbeuk
Corylus (B)	22	3,1		Hazelaar
Fagus (B)	4	0,6		Beuk
Fraxinus excelsior-type (B)	1	0,1		Es-type
Pinus (B)	9	1,3		Den
Quercus (B)	33	4,7		Eik
Ulmus (B)	+	+		Iep
<b>bomen (nattere gronden)</b>				<b>bomen (nattere gronden)</b>
Alnus (B)	50	7,2		Els
<b>cultuurgewassen</b>				<b>cultuurgewassen</b>
Cerealia-type	11	1,6		Granen-type
Hordeum/Triticum-type	5	0,7		Gerst/Tarwe-type
Secale (B)	20	2,9		Rogge
<b>akkerplanten en ruderalen</b>				<b>akkerplanten en ruderalen</b>
Artemisia (B)	3	0,4		Alsem
Centaurea cyanus (B)	2	0,3		Korenbloem
<b>moerasplanten</b>				<b>moerasplanten</b>
Cyperaceae (B)	22	3,1		Cypergrassenfamilie
Thelypteris palustris	2	0,3		Moerasvaren
<b>graslandplanten</b>				<b>graslandplanten</b>
Plantago	1	0,1		Weegbree
Plantago lanceolata-type (B)	1	0,1		Smalle weegbree-type
Plantago major-media-type (B)	1	0,1		Grote, Getande en/of Ruige weegbree-type
Poaceae (B)	102	14,6		Grassenfamilie
Poaceae >40 µm	69	9,9		Grassenfamilie, korrels >40 µm
Rhinanthus-type (B)	1	0,1		Ratelaar-type
Rumex acetosa-type (P)	3	0,4		Veldzuring-type
<b>(hoog)veenplanten</b>				<b>hoogveenplanten</b>
Calluna vulgaris (B)	68	9,7		Struikhei

Bijlage 2 (vervolg)

<b>vondstnummer</b> <b>diepte (in cm van top bak)</b> <b>diepte (in m -NAP)</b> <b>laboratoriumcode</b> <b>volume (in ml)</b>	<b>V6</b> <b>15-16</b> <b>0,05-0,06</b> <b>BX7092</b> <b>3</b>	<b>vondstnummer</b> <b>diepte (in cm van top bak)</b> <b>diepte (in m -NAP)</b> <b>laboratoriumcode</b> <b>volume (in ml)</b>
Empetrum/Ledum (B)	3	0,4
Erica tetralix-type (MW)	2	0,3
Ericaceae (indet.)	6	0,9
Myrica gale (B)	1	0,1
Sphagnum	137	19,6
Vaccinium-type (restgroep) (B)	1	0,1
<b>niet in te delen planten</b>		<b>niet in te delen planten</b>
Apiaceae (B)	1	0,1
Asteraceae liguliflorae	6	0,9
Asteraceae tubuliflorae	2	0,3
Brassicaceae (B)	18	2,6
Caryophyllaceae (B)	1	0,1
Chenopodiaceae p.p. (B)	11	1,6
Lysimachia vulgaris-type (B)	+	+
Rubiaceae (B)	1	0,1
<b>niet in te delen sporenplanten</b>		<b>niet in te delen sporenplanten</b>
Dryopteris-type	55	7,9
Pteridium aquilinum	1	0,1
<b>microfossielen (brak/zout)</b>		<b>microfossielen (brak/zout)</b>
cf. Actinocyclus	1	0,1
Podosira stelliger	3	0,4
<b>microfossielen (water)</b>		<b>microfossielen (water)</b>
Pediastrum	2	0,3
<b>microfossielen (mest)</b>		<b>microfossielen (mest)</b>
Sordaria-type (T.55A)	2	0,3
Sordaria-type (T.55B)	1	0,1
<b>microfossielen (overig)</b>		<b>microfossielen (overig)</b>
Gelasinospora (T.1)	2	0,3
Type 8E	1	0,1
Type 10	4	0,6
cf. Entophlyctis lobata (T.13)	6	0,9
Meliola cf. M. niessleana, asco (T.14)	3	0,4
Amphitrema flavum (T.31A)	2	0,3
Assulina muscorum (T.32A)	1	0,1
Gaeumannomyces cf. G. caricis (T.126)	2	0,3
Houtskool fragm.	+	+
Organische fragm.	+++	+++
Indet en Varia	13	1,9