

# Paleoecologisch en sedimentologisch onderzoek aan profielen van Koolkerke-Zagersweg



# BIAXiaal

RAPPORTNUMMER

1403

DATUM

SEPTEMBER 2021

AUTEUR

F. VERBRUGGEN



## Colofon

**Titel:**

BIAXiaal 1403

Paleoecologisch en sedimentologisch onderzoek aan profielen van Koolkerke-Zagersweg

**Auteur:** F. Verbruggen (Senior KNA Specialist Archeobotanie)

**Opdrachtgever:** BAAC Vlaanderen

**Projectcode:** 2019-0407

**Gemeente:** Brugge

**Plaats:** Koolkerke

**Toponiem:** Zagersweg

**Coördinaten onderzoeksgebied:** 71.354,5 / 213.787,6  
71.458,7 / 213.914,1  
71.528,6 / 213.759,9  
71.469,0 / 213.698,4

**ISSN:** 1568-2285

© BIAX Consult, Zaandam, 2021

**Correspondentieadres:**

BIAX Consult

Symon Spiersweg 7 D2

1506 RZ Zaandam

tel: 075 – 61 61 010

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

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

## 1. Inleiding

Langs de Zagersweg te Koolkerke, een deelgemeente van Brugge, worden 49 woningen gebouwd. Aangezien de werkzaamheden die gepaard gaan met de nieuwbouw archeologische waarden in de ondergrond zullen verstoren of vernietigen, hebben archeologen van BAAC Vlaanderen aldaar archeologisch onderzoek uitgevoerd.

Koolkerke bevindt zich in het noordoostelijke deel van het kustpolderdistrict, alwaar zich in het verleden veen heeft gevormd als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging na de laatste ijstijd. Uit het vooronderzoek is gebleken dat in de ondergrond veen aanwezig is, dat zich bovenop het Pleistocene zand gevormd. In het zuidelijke deel van de onderzoekslocatie is dit veen doorsneden door een geul, die het gevolg is van een latere inbraak van de zee (zie *figuur 1*). De invloed van de zee blijkt eveneens uit de estuariene sedimenten die op het veen zijn afgezet.



**Figuur 1** Koolkerke-Zagersweg, allesporenkaart met de aanduiding van de profielen. De blauwe kleur geeft de geulvulling weer (© BAAC Vlaanderen).

Buiten de geulafzettingen is de top van het veen lokaal bewaard gebleven. De goede bewaring van de top van het veen impliceert een grote kans op bewaring van archeologische voorwerpen.<sup>1</sup> Tijdens het vooronderzoek is een laat-

<sup>1</sup> Verwerft *et al.* 2018a, 18.

neolithische pijlpunt aangetroffen op de overgang van het veen naar de bovenliggende estuariene klei.<sup>2</sup> Ook is tijdens booronderzoek een vuurstenen artefact (een chip) gevonden in de top van het onderliggende Pleistocene zand, rond de overgang naar het veen. Het archeologisch vervolgonderzoek heeft echter geen steentijdvindplaats opgeleverd; er zijn slechts twee vuursteenvondsten gedaan.<sup>3</sup>

## 1.1 NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

De bodemsequentie in werkput 1 is aan de hand van verschillende profielen bemonsterd voor natuurwetenschappelijk onderzoek aan het veen, het onderliggende zand en de bovenliggende estuariene klei. Het doel hiervan is om het vroegere biotische landschap rond de periode van veenvorming te reconstrueren. Hiertoe zijn diverse profielbakken in de profielen geslagen voor onderzoek aan pollen en macroresten.<sup>4</sup> Pollen is klein en verspreidt relatief goed, waardoor pollenonderzoek over het algemeen een beeld geeft van de regionale en lokale vegetatie in het verleden. Macroresten zijn relatief groter en zwaarder en zijn daarom vaak indicatief voor de vroegere lokale vegetatie. Aan het profiel waaraan zowel pollen- als macrorestenonderzoek is gedaan, is bovendien micromorfologisch en sedimentologisch onderzoek uitgevoerd, waarbij de korrelgrootte (textuur), zuurgraad (pH), gehalten kalk en organisch materiaal en het gehalte aan organische koolstof en stikstof zijn bepaald.

Om de lagen in de ondergrond in een tijds kader te plaatsen zijn <sup>14</sup>C- en OSL-dateringen uitgevoerd. Daarnaast zijn tijdens het archeologisch onderzoek enkele bomen aangetroffen, waarvan er twee gedateerd zijn.

## 1.2 ONDERZOEKSVRAGEN

In het Programma van Maatregelen zijn diverse onderzoeksvragen opgesteld. De volgende vragen staan in relatie tot het natuurwetenschappelijk onderzoek:<sup>5</sup>

- Wat is de datering van de bovenkant van het veen? Indien mogelijk worden ook de estuariene klei en zand gedateerd.
- Wat zijn de verschillende landschappelijke elementen in het onderzoeksgebied? Hebben deze invloed gehad op de locatiekeuze van de vindplaats?
- Wat is de landschappelijke ontwikkeling van het plangebied en welke paleolandschappelijke processen zijn van invloed geweest op de menselijke activiteiten voor, tijdens en na de verschillende vastgestelde fasen van gebruik?
- Welke veranderingen treden in de loop van de tijd op in de vegetatie, de vegetatiestructuur en de openheid van het landschap en wat was de rol van de mens hierbij? Hoe lang heeft hier veen gegroeid?

<sup>2</sup> Verwerft *et al.* 2018a, 27.

<sup>3</sup> Verhaeghe 2019, 2. Het archeologisch onderzoek is dan ook beperkt tot de testvakkenfase.

<sup>4</sup> Bij pollen- en macrorestenonderzoek worden niet uitsluitend stuifmeel (pollen) en zaden onderzocht, maar ook sporen van varens, mossen, paardenstaarten en wolfsklauwachtigen en resten van algen, schimmels en dieren zoals parasieten.

<sup>5</sup> Verwerft *et al.* 2018b, 6-8

- Wat is de conserveringsgraad van de verschillende materiaalcategorieën (inclusief eventueel aanwezig archeobotanisch en archeozoologisch materiaal)? Zijn er verschillen op te merken binnen de vindplaats?
- Is er sprake van culturele invloeden vanuit andere gebieden? En zo ja: van waar en welke invloeden?
- Zijn er indicaties voor handelscontacten met andere regio's?
- Wat kan er op basis van het organisch vondstmateriaal gezegd worden over de functionele indeling, het voedselpatroon en de bestaanseconomie binnen de nederzetting? Welke cultuurgewassen werden in de verschillende bewonings- en gebruiksfases verbouwd? Zijn er aanwijzingen voor chronologische verschuivingen?
- Hoe past de vindplaats binnen het regionale landschap uit de vertegenwoordigde periodes? Zijn deze vergelijkbaar met andere soortgelijke vindplaatsen uit eenzelfde periode of wijzen de resultaten op een specifieke functie of specifieke omstandigheden binnen de nederzetting?
- Welke aanvullingen biedt het onderzoek op de landschapsreconstructiekaarten? Kan de stratigrafische ligging van de vondsten gekoppeld worden aan een datering? Vormt deze datering een aanvulling op de landschapsgenese van de oostelijke kustpolders?

Na het archeologisch onderzoek zijn enkele aanvullende vragen opgesteld:<sup>6</sup>

- Wat was het milieu in de omgeving van de geul wanneer die opgevuld raakte?
- Wat is de datering van de geul?
- Wat is de datering van het veen?
- Wat zijn de dateringen en de houtsoorten van het aangetroffen hout?
- Kan het dendrochronologisch onderzoek een licht werpen op het milieu waarin de bomen stonden? Kan iets gezegd worden over de datering van de vernatting van het landschap? Eventueel aan de hand van zichtbare stress, zichtbaar in de jaarringen van de bomen?

## 2. Materiaal en methoden

### 2.1 STAALNAME

In werkput 1 zijn diverse profielen bemonsterd voor natuurwetenschappelijk onderzoek. Het betreft profielen PR1 (1.1), PR3 (1.3) en PR4 (1.4). Profiel 1.1 bevond zich ter hoogte van de geul (blauw in *figuur 1*). Profielen 1.3 en 1.4 bevatten de veenlaag, waarbij profiel 1.4 de meest intacte opeenvolging van lagen lijkt te kennen.

Door de 13 horizonten van profiel 1.4 (zie *figuur 2*) zijn twee profielbakken (vondstnummers V22 en V23) geslagen. Van profielbak V22 zijn pollenstalen genomen uit laag H10, het midden en de top van veenlaag H9 en de basis van de

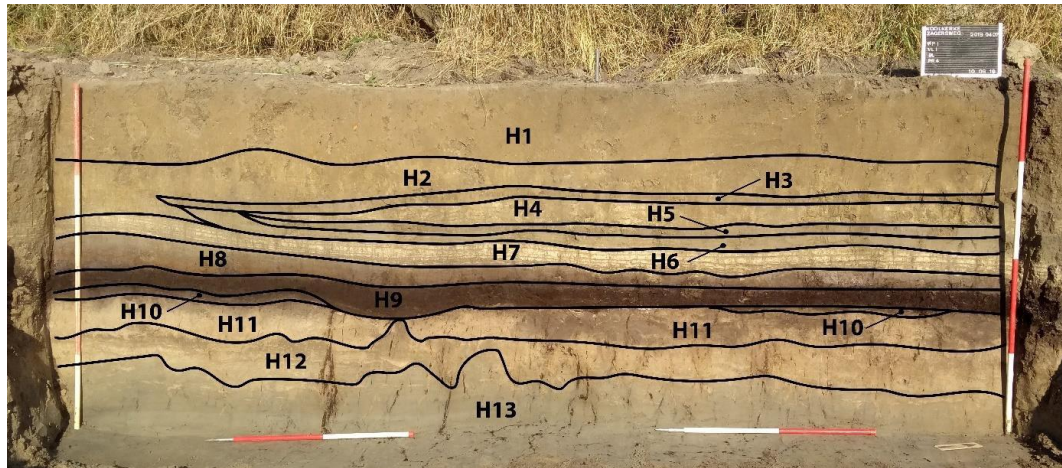
---

<sup>6</sup> Verhaeghe 2019, 18.

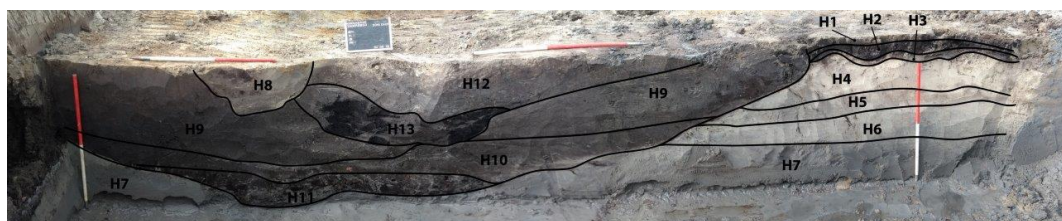


bovenliggende laag H8 (zie *bijlage 1*). Het midden van veenlaag H9 in profielbak V23 is bemonsterd voor onderzoek van macroresten en de selectie van materiaal voor daterend onderzoek (zie *bijlage 2*). Van profiel 1.4 is elke laag door BAAC Vlaanderen bemonsterd voor sedimentologisch onderzoek.

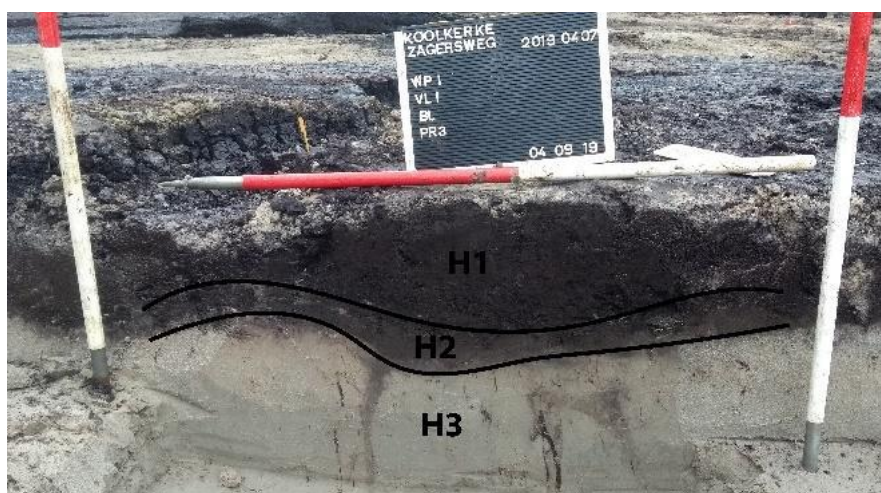
In profiel 1.1 (zie *figuur 3*) en profiel 1.3 (zie *figuur 4*) zijn respectievelijk profielbakken V11 en V13 geslagen voor macrorestenonderzoek.



**Figuur 2** Koolkerke-Zagersweg, profiel 1.4 met aanduiding van de horizonten (© BAAC Vlaanderen).



**Figuur 3** Koolkerke-Zagersweg, profiel 1.1 met aanduiding van de horizonten. Pollenbak V11 is geslagen door lagen H4, H5 en H6 in de profielfoto. Deze lagen zijn op de bak aangeduid met respectievelijk H9, H10 en H11. (© BAAC Vlaanderen).



**Figuur 4** Koolkerke-Zagersweg, profiel 1.3 met aanduiding van de aanwezige horizonten (© BAAC Vlaanderen).

Van profielbak V11 zijn lagen H11 en de basis van H9 bemonsterd voor macrorestenonderzoek (zie *bijlage 3*), terwijl van profielbak V13 een macrorestenstaal is genomen in laag H1 (zie *bijlage 4*). Indien een staal niet voldoende macroresten opleverde, is een aanvullend staal genomen, gezeefd en doorgekeken. Dit bleek noodzakelijk bij het midden van veenlaag H9 van profiel 1.4, waarbij twee extra stalen zijn genomen en bij laag H1 van profiel 1.3, waarbij één extra staal is genomen.

## 2.2 NATUURWETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK

### 2.2.1 Pollenonderzoek

De pollenstalen (zie *tabel 1*) zijn opgewerkt tot pollenpreparaten volgens de standaardmethode van Erdtman.<sup>7</sup> Hierbij is een bekende hoeveelheid sporen van een in Vlaanderen zeer zeldzame wolfsklauwsoort (*Lycopodium clavatum*) toegevoegd om de concentratie palynologische resten (pollen, sporen en niet-pollen palynomorfen) te bepalen.<sup>8</sup> De bereiding is uitgevoerd onder leiding van M. Hagen van het Laboratorium voor Sedimentanalyse van de Vrije Universiteit te Amsterdam.

*Tabel 1* Koolkerke-Zagersweg, overzicht van de pollenstalen.

| profiel | vondstnummer | laag      | diepte in profielbak (cm) | labcode | volume (ml) |
|---------|--------------|-----------|---------------------------|---------|-------------|
| 1.4     | 22           | H8 basis  | 14,5-15,5                 | BX9354  | 5           |
| 1.4     | 22           | H9 top    | 18-19                     | BX9355  | 3           |
| 1.4     | 22           | H9 midden | 21-22                     | BX9356  | 3           |
| 1.4     | 22           | H10       | 28,5-29,5                 | BX9357  | 5           |

De pollenpreparaten zijn onderzocht met behulp van een doorvallend-lichtmicroscop met vergrotingen tot 1000 maal (eventueel met fasecontrast). Het pollen en de sporen zijn gedetermineerd met behulp van determinatieliteratuur en aan de hand van de referentiecollectie van BIAx.<sup>9</sup> Niet-pollen palynomorfen (NPP's) zoals resten van schimmels, zijn gedetermineerd met behulp van standaard NPP-determinatiewerken.<sup>10</sup>

In eerste instantie is een inventariserend pollenonderzoek uitgevoerd door de auteur teneinde de geschiktheid voor analyse te bepalen (zie *bijlage 5*). De vier pollenstalen bleken alle daartoe geschikt.<sup>11</sup> In overleg met de opdrachtgever is besloten om de vier pollenstalen te analyseren. De analyse is eveneens uitgevoerd door de auteur, waarbij een pollensom van minimaal 600 pollen en sporen gehanteerd. Voor het bepalen van de percentages van de aanwezige

<sup>7</sup> Erdtman 1960; Fægri *et al.* 1989; met modificaties van Konert 2002.

<sup>8</sup> Stockmarr 1971. Aan elk staal zijn twee tabletten met elk 18.407 sporen toegevoegd.

<sup>9</sup> Beug 2004; Moore *et al.* 1991; Punt *et al.* 1976-2009.

<sup>10</sup> Bijv. Van Geel 1976 en alle referenties in het verzamelwerk van Van Hove & Hendrikse 1998, met het zwaartepunt van de bijdragen daarin door Van Geel.

<sup>11</sup> Verbruggen 2020, 8.

palynologische resten zijn pollen en sporen van alle planten in de pollensom opgenomen.

## 2.2.2 Botanische macroresten

De botanische macrorestenstalen (zie *tabel 2*) zijn met leidingwater in het laboratorium van BIAX gezeefd over een serie zeven met maaswijdten van 1, 0,5 en 0,25 mm. De zeefresiduen zijn in hun geheel onderzocht met behulp van een opvallend-lichtmicroscop met een vergroting van maximaal 50 maal. De botanische macroresten zijn door L. Kubiak-Martens (Senior KNA Specialist Archeobotanie, BIAX) gedetermineerd volgens standaardwerken en met behulp van de referentiecollectie van BIAX.<sup>12</sup>

*Tabel 2* Koolkerke-Zagersweg, overzicht van de macrorestenstalen.  
Verklaring: vnr = vondstnummer.

| profiel | vnr | laag                            | diepte in<br>profielbak<br>(cm) | volume<br>(ml) | <sup>14</sup> C-<br>onderzoek<br>wenselijk | opmerking        |
|---------|-----|---------------------------------|---------------------------------|----------------|--------------------------------------------|------------------|
| 1.4     | 23  | H9 midden                       | 24-26                           | 150            | ja                                         | aanvullend staal |
| 1.4     | 23  | H9 midden                       | 26-29                           | 250            | ja                                         |                  |
| 1.4     | 23  | H9 midden                       | 29-31                           | 150            | ja                                         | aanvullend staal |
| 1.3     | 13  | H1                              | 7-11                            | 300            | nee                                        | aanvullend staal |
| 1.3     | 13  | H1                              | 11-14                           | 250            | nee                                        |                  |
| 1.1     | 11  | H9 basis (H4 in <i>fig. 3</i> ) | 16,5-19,5                       | 300            | nee                                        |                  |
| 1.1     | 11  | H11 (H6 in <i>fig. 3</i> )      | 46-49                           | 300            | ja                                         |                  |

## 2.2.3 Naamgeving, interpretatie en vergelijking

De nomenclatuur van de macrofossielen en microfossielen volgt de gebruikte determinatieliteratuur. De naamgeving van de planten die het pollen, de sporen en de macroresten hebben geproduceerd, volgt de drieëntwintigste druk van de Heukels' Flora van Nederland.<sup>13</sup> In de tekst worden de Nederlandse namen vermeld. De wetenschappelijke namen zijn te raadplegen in de bijlagen met de onderzoeksresultaten.

De verwachte standplaatsen van de wilde planten zijn bepaald met behulp van standaard ecologische naslagwerken.<sup>14</sup>

## 2.3 SEDIMENTOLOGISCH ONDERZOEK

In totaal zijn 13 stalen van profiel 1.4 sedimentologisch onderzocht op korrelgrootte (granulometrie of textuurbepaling), gehalte organisch materiaal en kalk (*loss-on-ignition* of gloeiverlies door middel van thermo-gravimetrische analyse of TGA), het aandeel organisch koolstof en de pH. De analyses zijn uitgevoerd door het Laboratorium voor Sedimentanalyse van de Vrije Universiteit te Amsterdam, onder leiding van M. Hagen.

<sup>12</sup> Berggren 1969, 1981; Anderberg 1994; Cappers *et al.* 2006; Körber-Grohne 1964, 1991.

<sup>13</sup> Van der Meijden 2005.

<sup>14</sup> Lambinon *et al.* 1998; Weeda *et al.* 1985-1994; Tamis *et al.* 2004; Van der Meijden 2005.



### 2.3.1 Korrelgrootte (textuur)

Met behulp van een Sympatec HELOS KR laser-diffractie particle sizer zijn korrels in het bereik tussen 0,15 en 2000 µm gemeten. De korrelgrootten zijn ingedeeld in klassen, waarbij klei: < 8 µm, silt: 8-63 µm (waarvan zeer fijn silt: 8-16 µm, fijn silt: 16-32 µm, grof silt: 32-63 µm) en zand: 63-2000 µm (waarvan zeer fijn zand: 63-125 µm, fijn zand: 125-250 µm, middelgrof zand: 250-500 µm, grof zand: 500-1000 µm, zeer grof zand: 1000-2000 µm).

### 2.3.2 Gehalte kalk en organisch materiaal

Aan de hand van een thermo-gravimetrische analyse (TGA) is het gehalte kalk en organisch materiaal bepaald met behulp van een LECO TGA. Hierbij zijn de stalen stapsgewijs verhit van 105°C (om vocht te verwijderen) via een tussenstap van 330°C (om gemakkelijk verbrandbaar organisch materiaal te verwijderen) naar 550°C (om het organisch materiaal te verwijderen) en naar 950°C (om kalk in de vorm van calciumcarbonaat te verwijderen).

### 2.3.3 Gehalte organisch koolstof en stikstof

Het gehalte organische koolstof en stikstof is bepaald met behulp van een Interscience Flash EA 1112 series (Thermo Finnigan). De gedroogde, fijngemalen stalen zijn op hoge temperatuur verbrand. De verbrandingsproducten zijn gescheiden door middel van gaschromatografie.

### 2.3.4 pH

Om de zuurgraad (pH), en daarmee de maat voor beschikbare H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-ionen te meten is aan elk (bij voorkeur veldvochtig) staal neutraal gedemineraliseerd water toegevoegd, gevolgd door kaliumchloride (KCl), waarna de pH in de suspensie is gemeten.

## 2.4 DATEREND ONDERZOEK

### 2.4.1 OSL-onderzoek

De OSL-stalen, afkomstig uit lagen H11 en H7 van profiel 1.4 (zie *tabel 3*) zijn gedateerd met behulp van Optically-Stimulated Luminescence (OSL) door het OSL-laboratorium van Wageningen University & Research dat onder leiding staat van prof. dr. J. Wallinga.

*Tabel 3* Koolkerke-Zagersweg, overzicht van de OSL-stalen.

| profiel | vondstnummer | laag |
|---------|--------------|------|
| 1.4     | 20           | H7   |
| 1.4     | 21           | H11  |

### 2.4.2 Dendrochronologisch onderzoek

Twee stukken hout, afkomstig van de twee bomen (V2 van boom 2 en V9 van boom 3; zie *tabel 4*) zijn gewaardeerd door S. Lange (Senior KNA Specialist Archeobotanie, BIAx) teneinde de geschiktheid voor dendrochronologisch onderzoek te bepalen. De resultaten van het waarderend houtonderzoek zijn weergegeven in *bijlage 6*. Beide bomen betreffen eiken. De stukken hout bevatten in principe voldoende jaarringen voor een dendrochronologische datering.<sup>15</sup> Echter, het dendrochronologisch onderzoek, dat is uitgevoerd door P. Doeve (BAAC) heeft geen *match* met een bestaande kalender opgeleverd.<sup>16</sup> In overleg met de opdrachtgever is ervoor gekozen om de buitenste jaarring van boom 3 te laten dateren door middel van <sup>14</sup>C-onderzoek.<sup>17</sup>

*Tabel 4* Koolkerke-Zagersweg, overzicht van de dendrochronologische stalen.

| <b>werkput</b> | <b>vondstnummer</b> | <b>context</b> |
|----------------|---------------------|----------------|
| 1              | 2                   | boom 2         |
| 1              | 9                   | boom 3         |

### 2.4.3 <sup>14</sup>C-onderzoek

Wat betreft de profielen zijn laag H9 van profiel 1.4 (profielbak V23) en laag H11 van profiel 1.1 (profielbak V11) aangemerkt als te dateren lagen. Een daterend <sup>14</sup>C-onderzoek van het midden van veenlaag H9 van profiel 1.4 bleek, ondanks twee aanvullende staalnamen, gezien de lage concentratie macroresten niet mogelijk.<sup>18</sup> Van laag H11 van profiel 1.1 kon wel voldoende geschikt materiaal verzameld worden. Dit materiaal is tezamen met de buitenste jaarring van boom 3 gedateerd door het <sup>14</sup>C-laboratorium van Poznan dat onder leiding staat van Prof. hab. T. Goslar.

## 2.5 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. Hiermee wordt tevens voldaan aan de eisen van de Code van Goede Praktijk.

De zeefresiduen, pollenbakken en andere staalrestanten zijn na analyse geretourneerd aan BAAC Vlaanderen. Bijzondere macroresten en de pollenpreparaten zijn in verband met kwetsbaarheid opgeslagen in het archief van BIAx.

<sup>15</sup> Verbruggen 2020, 8.

<sup>16</sup> Doeve 2020.

<sup>17</sup> Materiaal van boom 2 is door BAAC Vlaanderen zelf ter datering ingestuurd; Persoonlijke mededeling C. Verhaeghe (28 november 2020, per e-mail).

<sup>18</sup> Wel bestaat er een mogelijkheid om de basis van H9 van profiel 1.1 (profielbak V11) te dateren, aangezien daar voldoende dateerbare macroresten in aanwezig zijn; zie Verbruggen 2020, 8.

De onderzoeksgegevens zijn na twee jaar beschikbaar via [www.biax.nl](http://www.biax.nl). De macrorestengegevens zijn opgeslagen in de interne macrorestendatabase van BIAx.

### 3. Resultaten

#### 3.1 DATEREND ONDERZOEK

De resultaten van het daterend  $^{14}\text{C}$ -onderzoek zijn weergegeven in *bijlage 7*. De resultaten van het daterend OSL-onderzoek zijn beschreven in Wallinga & Versendaal 2021.

##### 3.1.1 Boom 3

Boom 3 blijkt in de vroege bronstijd te dateren. Deze eik is in de periode 1980-1863 v.Chr. (59,8%), 1855-1767 v.Chr. (32,1%) of 2019-1997 v.Chr. (3,5%) aan zijn einde gekomen.

##### 3.1.2 Profiel 1.1

Houtskool van els in laag H11 van profiel 1.1 (de onderste geulvulling) dateert waarschijnlijk in de periode 1885-1735 v.Chr. (86,4%), hoewel een iets jongere datering in de periode 1718-1692 v.Chr. (9%) niet uit gesloten kan worden. De onderste geulvulling lijkt daarmee materiaal uit de vroege tot midden-bronstijd te bevatten. Aangezien de geul de veenlaag doorsnijdt en er bovendien verspoeld materiaal zichtbaar lijkt in het profiel (zie *figuur 3*), is het zeer waarschijnlijk dat de houtskool afkomstig is van verspoeld veen dat door de geul is aangesneden en in de onderste geulvulling opnieuw is afgezet. Kortom, deze datering geeft naar verwachting geen betrouwbaar beeld van de periode waarin de geul actief was, maar biedt daarentegen wel de mogelijkheid om de periode van veenvorming te dateren.

##### 3.1.3 Profiel 1.4

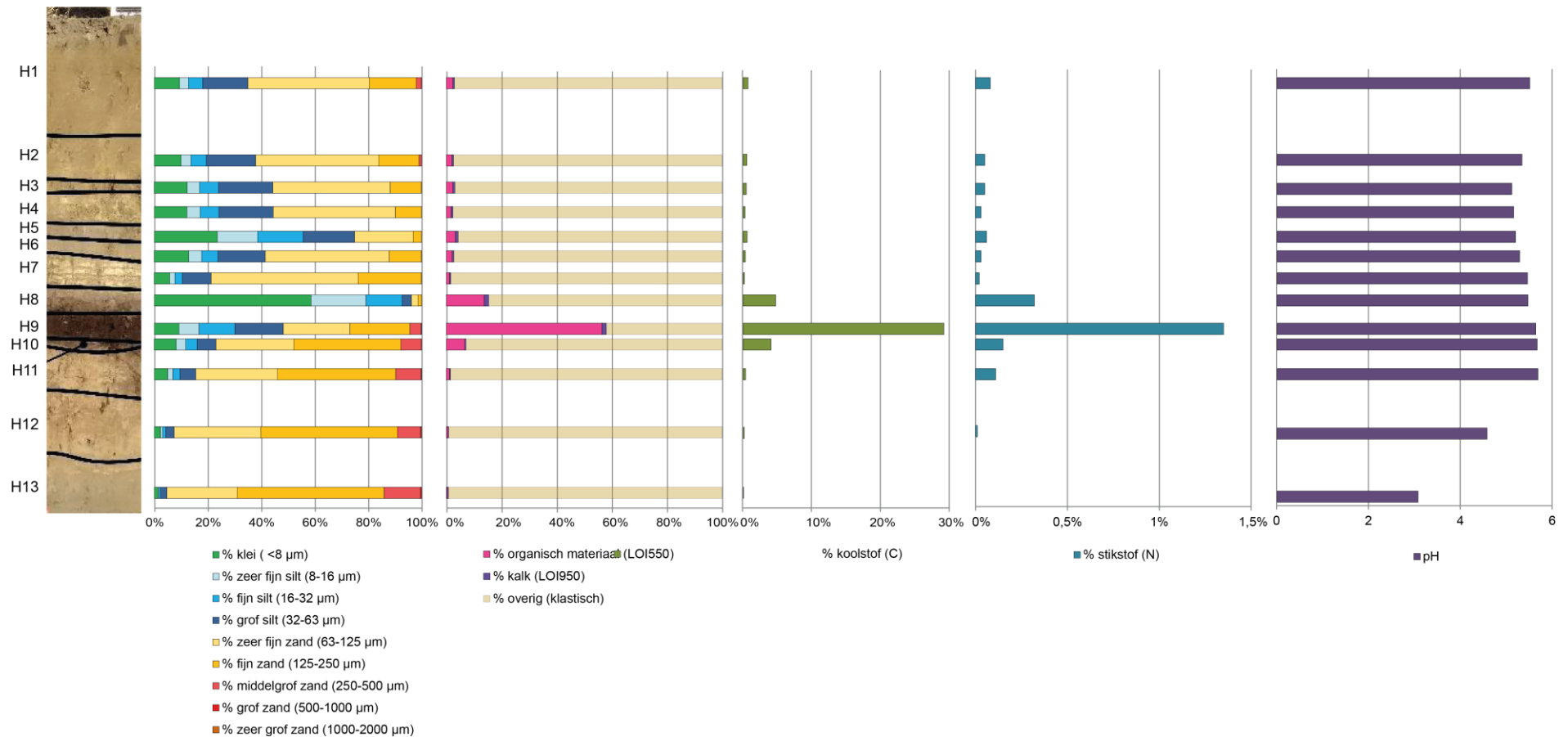
Het OSL-onderzoek dateert de kwartsfractie van laag H11 van profiel 1.4 rond ~9280-8280 v.Chr.<sup>19</sup> Het betreft het vroeg-mesolithicum en meer specifiek de periode Preboreaal/Boreaal. Laag H7 dateert rond ~10-190 n.Chr. (vroeg- tot midden-Romeinse tijd).<sup>20</sup>

#### 3.2 SEDIMENTOLOGISCH ONDERZOEK

De resultaten van het sedimentologisch onderzoek aan de horizonten in profiel 1.4 zijn grafisch weergegeven in *figuur 5*. De bijbehorende tabellen met de onderzoeksresultaten staan in *bijlage 8* (korrelgrootte- of textuuranalyse) en *bijlage 9* (gehalte organisch materiaal en kalk, hoeveelheid organische koolstof en stikstof, en pH).

<sup>19</sup> NCL-7720101:  $10.800 \pm 500$  ka; zie Wallinga & Versendaal 2021.

<sup>20</sup> NCL-7720100:  $1920 \pm 90$  ka; zie Wallinga & Versendaal 2021.

**Koolkerke - Zagersweg****Profiel 1.4 - sedimentologisch onderzoek**

**Figuur 5** Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het sedimentologisch onderzoek. Van links naar rechts: korrelgrootte/textuur, gehalte kalk en organisch materiaal, gehalte organische koolstof, gehalte organische stikstof, pH (© BIAx, profielfoto links © BAAC Vlaanderen).

Lagen H13, H12, H11 en H10 bestaan voornamelijk uit fijn zand. Er is sprake van een afname in de korrelgrootte van onder naar boven: het aandeel van de grofzandige fractie wordt kleiner, terwijl de hoeveelheid klei en fijne silt toeneemt. De bodem wordt minder zuur vanaf H13. Daarnaast neemt het gehalte organisch materiaal toe van 0,4 in H13 naar 6,7% in H10. Veenlaag H9 valt sterk op, omdat deze laag rijk is aan organisch materiaal (56,4%). Dit uit zich eveneens in de opvallend hoge percentages organische koolstof (29,1%) en stikstof (1,3%). Ongeveer 1,7% van deze laag bestaat uit kalk. Op de veenlaag is laag H8 afgezet. Deze laag bestaat voornamelijk uit klei (58,6%) en bevat naast veel fijn silt (34,1%) ook relatief veel organisch materiaal (13,7%). Het is goed mogelijk dat een deel van het organische materiaal samen met de klei opnieuw is afgezet (geremanieerd). In dat geval zou het organische materiaal afkomstig kunnen zijn uit veenlaag H9 en opnieuw zijn afgezet in H8. Laag H7 bevat grover klastisch materiaal dan de onderliggende laag H8. Ongeveer 79% van deze laag bestaat uit fijn zand en nauwelijks organisch materiaal of klei. Vanaf H7 tot in H5 is er sprake van *fining upwards*, waarbij de korrelgrootte sterk afneemt. Het aandeel van de fijnzandige fractie, waar laag H7 veelal uit bestond, wordt minder en maakt plaats voor meer klei en fijn silt naar laag H5 toe. Lagen H7, H6 en H5 bevatten zeer weinig organisch materiaal (1,1-3,3%) en kalk (0,5-1%). Ten opzichte van H5 zijn lagen H4, H3, H2 en H1 wat grover qua textuur. Meer dan de helft van de aanwezige korrels betreft fijn zand, maar ook grof silt, fijn silt en klei zijn in deze lagen aanwezig. Het gehalte organisch materiaal en kalk is ook in deze lagen zeer beperkt.

### 3.3 POLLEN- EN MACRORESTENONDERZOEK

De resultaten van het pollenonderzoek van profiel 1.4 zijn weergegeven als tabellen in *bijlage 10* en als pollendiagram in *figuur 6*. De pollenspectra zullen van oud naar jong besproken worden. De resultaten van het macrorestenonderzoek aan profiel 1.4 (zie *bijlage 11*) zullen hierbij betrokken worden. Vervolgens zullen de resultaten van het macrorestenonderzoek van profiel 1.1 en profiel 1.3 aan bod komen. De bevindingen worden hieronder in de context van ouderdom, landschap en vegetatietypen geïnterpreteerd.

#### 3.3.1 Profiel 1.4

##### 3.3.1.1 *Laag H10*

##### 3.3.1.1.1 Datering

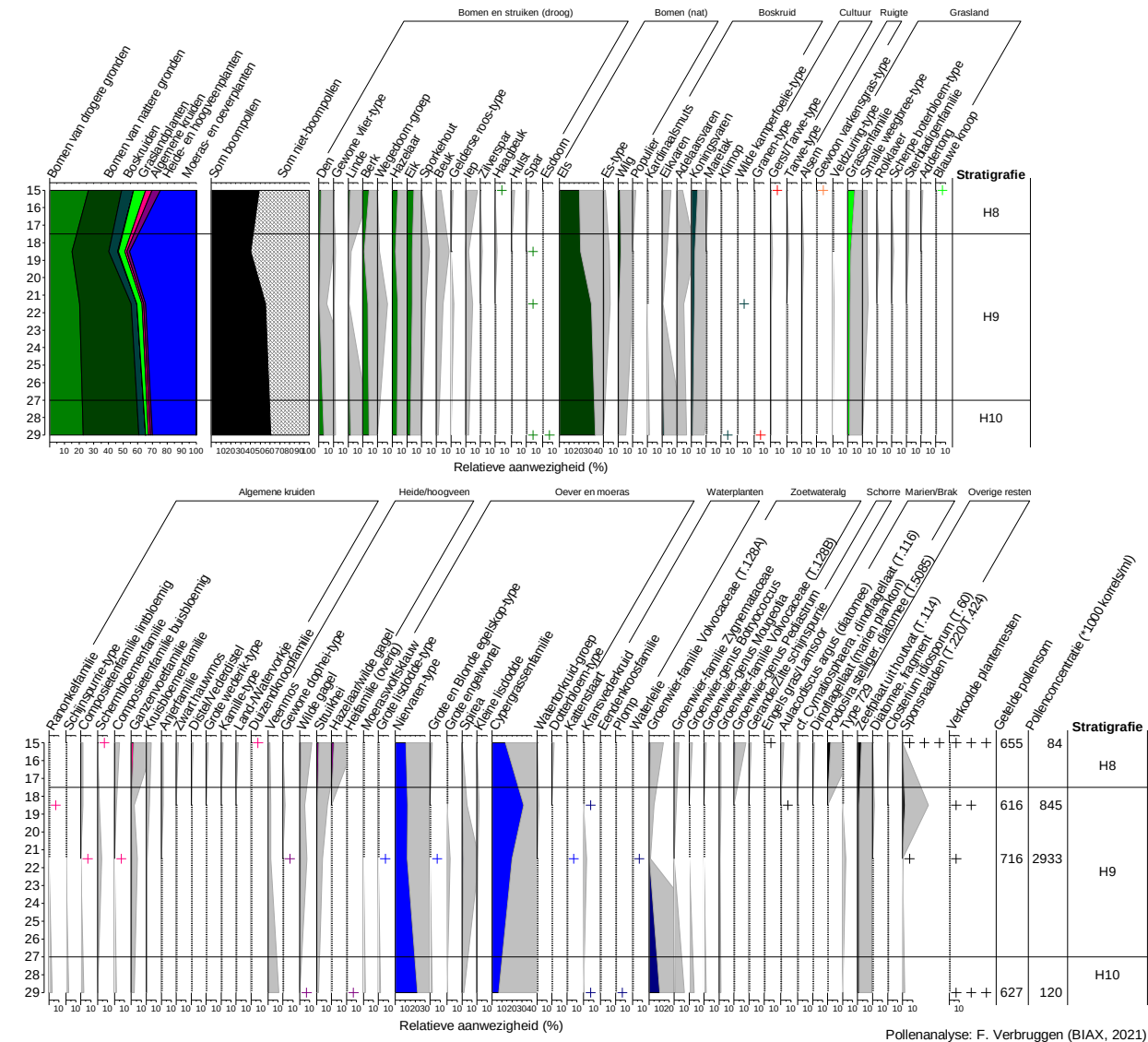
Op basis van de OSL-datering dateert de kwartsfractie van laag H11 van profiel 1.4 rond ~9280-8280 v.Chr.<sup>21</sup> Laag 10 dateert dan ook van ná deze periode. Het pollenspectrum van de zeer humeuze (bijna venige) kleiige fijne zandlaag H10 sluit hier goed bij aan.

---

<sup>21</sup> NCL-7720101: 10.800 ± 500 ka; zie Wallinga & Versendaal 2021.



Pollendiagram Koolkerke-Zagersweg  
Profiel 1.4



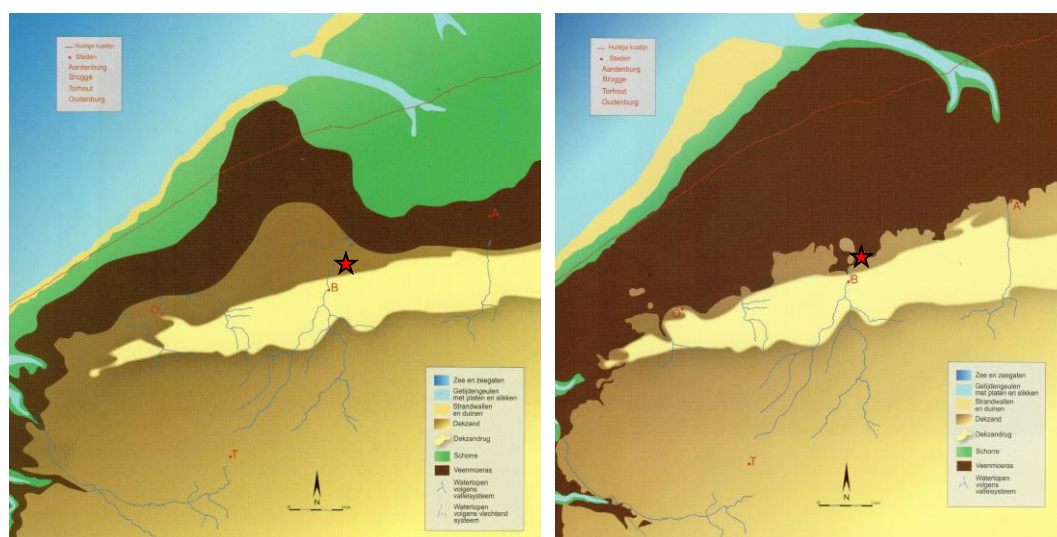
Figuur 6 Koolkerke-Zagersweg, pollendiagram van profiel 1.4 (© BIAX).

Er is geen sprake van een Preboreaal of Boreaal pollenspectrum (waarbij zeer hoge percentages berk en den verwacht zouden worden), maar van een Atlantisch of Subboreaal spectrum, waarbij pollen van diverse loofbomen zeer talrijk is. In laag H10 is pollen van beuk in lage percentages geobserveerd, wat deze laag in de bronstijd, en daarmee in het late Subboreaal, ca. 4000-3000 jaar geleden, dateert.

### 3.3.1.1.2 Landschap

Ongeveer 60% van het pollen in laag H10 is geproduceerd door bomen, de overige 40% door kruidachtigen. Dergelijke percentages duiden op een landschap dat gekenmerkt wordt door de aanwezigheid van open bossen of een nabije bosrand.<sup>22</sup> Van de bomen heeft elc de grootste bijdrage van pollen geleverd (37% van de pollensom), gevolgd door berk (6%), hazelaar (5%), den (5%), eik (4%) en linde (2%). Van gewone vlier, iep, esdoorn, wilg en de eerder genoemde beuk is slechts sporadisch pollen gevonden (<1%).

Als gevolg van een relatieve zeespiegelstijging na de laatste ijstijd vernatte het kustgebied. Gedurende het neolithicum (vanaf ca. 6000-5000 jaar geleden) vertraagde de stijging van het zeeniveau, waardoor de kust opgeslibd raakte en min of meer zijn huidige positie behield (zie *figuur 7* links). Het achterland ten oosten raakte afgesloten van de zee en vernatte sterk door de stijging van de grondwatertafel als gevolg van de nog altijd stijgende zeespiegel (zij het minder snel dan gedurende het mesolithicum). Hierdoor konden zich veenmoerassen ontwikkelen gedurende de bronstijd (2000-800 v.Chr., zie *figuur 7* rechts).<sup>23</sup> Zo ook te Koolkerke. Laag H10 is zeer humeus en moet dan ook geïnterpreteerd worden als een 'voorloper' van het veen (laag H9) dat erboven is gevormd.



*Figuur 7* De onderzoekslocatie (rode ster) op de paleogeografische kaart van het neolithicum (links) en de bronstijd (rechts) (bron: Hillewaert *et al.* 2011, 22; 26).

<sup>22</sup> Zie Groenman-van Waateringe 1986, 197.

<sup>23</sup> Zie Hillewaert *et al.* 2011, 26.

Veen accumuleert op vochtige tot natte plekken in het landschap. Els en wilg zullen deel hebben uitgemaakt van de veenvormende vegetatie. Ook zachte berk is een boom die op nattere plekken voorkomt. Het is echter niet met zekerheid te zeggen of het pollen is geproduceerd door deze berkensoort. Immers, ruwe berk, een soort van drogere gronden, produceert hetzelfde pollentype, waardoor ruwe en zachte berk op basis van het pollen niet betrouwbaar van elkaar onderscheiden kunnen worden. Veel van de overige boomsoorten zullen op relatief droge plekken in het landschap te vinden zijn geweest, zoals op de donkten westen van Koolkerke (Ten Berge) en de dekzandrug ten zuiden.

In de ondergroei van de open bossen, evenals aan de bosrand waren diverse planten aanwezig, waarvan varens waarschijnlijk het talrijkst waren. Het betreft eikvaren, koningsvaren en adelaarsvaren, waarbij eikvaren en adelaarsvaren in en aan de bossen op droge gronden te vinden waren (bijvoorbeeld in de gemengde eikenbossen) en koningsvaren juist op de nattere gronden, zoals in de (lokale) elzenbossen. Ook de sporen van het niervaren-type die zeer talrijk zijn in laag H10 (23% van de pollensom) zijn waarschijnlijk geproduceerd door varens uit de ondergroei van en open plekken in de elzenbossen (zie *figuur 8*). Ze kunnen afkomstig zijn van onder andere stekelvaren, kamvaren, mannetjesvaren en moerasvaren. Ook het pollen van de cypergrassenfamilie (7%) en dat van andere oever- en moerasplanten is waarschijnlijk afkomstig uit dit (nattere) type milieu.



**Figuur 8** Op vochtige tot natte plekken in de omgeving van Koolkerke-Zagersweg waren elzenbossen te vinden ten tijde van de vorming van laag H10 van profiel 1.4. In deze bossen kwamen naast varens ook cypergrassen voor, zoals hier in het Zwillbrocker Venn (© BIAx).



Het natte karakter van het lokale landschap blijkt eveneens uit de vondst van pollen van waterplanten zoals kransvederkruid en plomp en algen, zoals *Botryococcus*, *Mougeotia* en leden van de Volvocaceae familie (T.128A), die in laag H10 zeer talrijk zijn (10% ten opzichte van de pollensom).

Een interessante vondst is die van pollen van wilde kardinaalsmuts, een struik met voor de mens giftige bessen. Deze bessen verschijnen in de vruchten die sterk lijken op het hoofddekseel van een kardinaal (zie *figuur 9*). Wilde kardinaalsmuts komt voor op lichte tot matig beschaduwde plaatsen in loofbossen of de rand ervan op droge, kalkhoudende grond, hetgeen het open karakter van de bossen op de drogere gronden bevestigt.<sup>24</sup>



*Figuur 9* Bessendragende vruchten van wilde kardinaalsmuts (© Saxifraga, Jan van der Straaten).

#### 3.3.1.1.3 Cultuurindicatoren

In laag H10 is buiten de telling van 600 pollen en sporen, één stuifmeelkorrel van het granen-type is aangetroffen. Dit stuifmeel is een aanwijzing voor de aanwezigheid van mensen in de omgeving. De indicatoren voor lokale menselijke activiteiten zijn echter minimaal voor de periode waarin laag H10 is gevormd.

#### 3.3.1.2 Midden laag H9

##### 3.3.1.2.1 Datering

Laag H9 van profiel 1.4 bevatte niet voldoende materiaal voor een <sup>14</sup>C-datering. Het veen is veraard, waardoor de meeste onverkoolde macroresten zijn

<sup>24</sup> Weeda *et al.* 1987, 173.

vergaan.<sup>25</sup> Voor een datering zijn we dan ook aangewezen op het pollenspectrum. De aanwezigheid van pollen van beuk wijst op een datering vanaf de bronstijd. Pollen van haagbeuk, een soort die vanaf de ijzertijd (in eerste instantie sporadisch) in België en Nederland voorkomt, is niet aangetroffen.<sup>26</sup>

### 3.3.1.2.2 Landschap

Het pollenspectrum van het midden van veenlaag H9 van profiel 1.4 is vergelijkbaar met dat van de onderliggende laag H10. Echter, de verhoudingen tussen de verschillende pollentypen verschillen enigszins. Ongeveer 55% van het pollen is geproduceerd door bomen. Het pollen van wegedoorn en sporkehout valt hierbij op. Hoewel het pollenpercentage niet zeer hoog is, kwamen beide soorten toch lokaal voor. Beide soorten worden namelijk door insecten bestoven. Door deze zeer efficiënte manier van bestuiven produceren entomofiele soorten vaak relatief weinig pollen dat bovendien niet zo vaak de grond bereikt zoals dat bij windbestuivende soorten het geval kan zijn. Om deze reden kan de vondst van meerdere stuifmeelkorrels van wegedoorn en sporkehout al indicatief zijn voor lokale aanwezigheid. Qua standplaats komt wegedoorn op vergelijkbare plekken als kardinaalsmuts voor, maar lijkt in onze streken gebonden aan meer vochtige, humeuze bodem.<sup>27</sup> Sporkehout is gebonden aan lichte, humeuze, zure bodem op vochtige tot natte plekken en komt vaak voor tezamen met wilde kamperfoelie, waarvan tevens pollen is aangetroffen in het midden van de veenlaag. Sporkehout komt voor op open plekken in broekbossen; op voedselarme, venige grond vormt het met wilg en soms gagel (beide vertegenwoordigd in het pollenspectrum!) moerasstruwelen. Op voedselrijkere gronden komt sporkehout voor als ijle struiken in de elzen- en vochtige eikenbossen.<sup>28</sup>

Els is met 33% de grootste pollenproducent geweest in het midden van laag H9. Een pollenpercentage van wilg van 1,5% lijkt op het eerste gezicht laag, maar duidt zonder meer op lokaal voorkomen, aangezien wilg (net zoals wegedoorn en sporkehout) door insecten wordt bestoven. Er lijkt dan ook lokaal sprake van een veenvormend moerasbos waarin naast els, wilg en es ook diverse varens zoals koningsvaren (3%) en varens die sporen van het niervaren-type produceren (12%) voorkwamen. Dit sluit goed aan bij de bevindingen van het micromorfologisch onderzoek, waar eveneens is vastgesteld dat er sprake was van een moerassig landschap.<sup>29</sup> Het aandeel pollen van de cypergrassenfamilie is met 20% hoger dan in laag H10. Dit duidt hoogstwaarschijnlijk op lokale aanwezigheid van zeggen en/of biezengrassen, die veel geziene planten zijn in moerasachtige vegetaties (zie *figuur 8*). In het veraarde veen is een zaadje van koninginnekruid en van waterweegbree aangetroffen. Deze moerasplanten hebben naar alle waarschijnlijkheid deel uitgemaakt van de lokale veenvormende vegetatie. Koninginnekruid is een moerasplant die talrijk kan zijn in

<sup>25</sup> Weeda *et al.* 1987, 173.

<sup>26</sup> Zie Brinkkemper 2013, 164. Uiteraard is er voorzichtigheid geboden. Immers, de afwezigheid van bewijs vormt geen bewijs van afwezigheid.

<sup>27</sup> Weeda *et al.* 1987, 176.

<sup>28</sup> Weeda *et al.* 1987, 178.

<sup>29</sup> Van Kappel 2021, 10.

zeggemoerassen, maar kan ook voorkomen in vochtige tot natte loofbossen, alwaar de plant met name een uitbundige opbloei kent na boskap.<sup>30</sup>

Op de natste plekken van het landschap kwamen waterplanten, waaronder kransvederkruid en waterlelie voor. Het aandeel resten van algen is sterk afgenomen.

Een interessant detail is dat van gewone es waarschijnlijk ook kleine fragmenten houtskool zijn gevonden in het midden van het veenpakket H9. Dit duidt erop dat zelfs de vochtige tot natte bossen zo nu en dan vlam vatten, wellicht in een periode van relatieve droogte.<sup>31</sup> Opvallend genoeg is ook bij het micromorfologisch onderzoek vastgesteld dat er in dit veenpakket sprake is van twee dunne laagjes met verkoold materiaal.<sup>32</sup>

#### 3.3.1.2.3 Cultuurindicatoren

Het middelste deel van veenpakket H9 bevat sporadisch stuifmeel van graan, namelijk van het gerst/tarwe-type, dat waarschijnlijk geproduceerd is door gerst, tarwe en/of pluimgierst. Daarnaast is pollen aanwezig van de cultuurvolger alsem, die ook in natuurlijke vegetaties talrijk kan zijn op plekken die lokaal zijn verrijkt in voedingsstoffen, bijvoorbeeld als gevolg van ophoping van organisch materiaal. Daarnaast bevat veenlaag H9 ook diverse stuifmeelkorrels van cultuurindicator smalle weegbree.

#### 3.3.1.3 Top laag H9

##### 3.3.1.3.1 Datering

In de top van het veen is sporadisch pollen gevonden van haagbeuk, wat aangeeft dat het veen ter hoogte van profiel 1.4 minstens tot en met de ijzertijd is geaccumuleerd.<sup>33</sup>

##### 3.3.1.3.2 Landschap

Uit het afgenomen boompollenpercentage (40%) blijkt dat het landschap opener is. Zeker op de nattere gronden lijken er veranderingen te zijn opgetreden in de vegetatie. Het pollenpercentage van els is namelijk sterk afgenomen (van 33% in het midden naar 22% in de top van veenlaag H9). Net zoals bij els lijkt ook het berkenbestand minder te zijn geworden. Het is goed denkbaar dat het hier zachte berk betreft, een soort van vochtige tot natte plaatsen zoals moerasachtige milieus, vaak op zure, matig voedselrijke gronden. Voor een insectenbestuiver zoals wilg duidt een pollenpercentage van 3% op lokaal voorkomen. Dit duidt mogelijk op een vegetatieverandering tijdens de accumulatie van lagen H10 en H9 van een elzenbos naar een wilgenbos in de omgeving. Op lichte of half beschaduwde plekken in de natte bossen was koningsvaren nog altijd veelvoorkomend. Koningsvaren is een varen van natte, zure zand- en

<sup>30</sup> Weeda *et al.* 1987, 178.

<sup>31</sup> Het is op basis van het palynologisch onderzoek niet mogelijk om uitspraken te doen over de aard van deze branden. Het is mogelijk dat ze opzettelijk door de mens zijn aangestoken, hoewel een natuurlijke oorzaak ook mogelijk is.

<sup>32</sup> Van Kappel 2021, 8.

<sup>33</sup> Zie Brinkkemper 2013, 164.

veengrond.<sup>34</sup> Het hoge pollenpercentage van 32% toont aan dat cypergrassen zoals zeggen en biezen nadrukkelijk aanwezig waren in het moerasachtige gebied waarin het veen werd gevormd. De vele sporen van het niervaren-type (13%) laten zien dat koningsvaren zeker niet de enige varenssoort in dit landschap was.

### 3.3.1.3.3 Cultuurindicatoren

In de top van het veen zijn enkele stuifmeelkorrels van granen aangetroffen. Het betreft pollen van het tarwe-type en van het gerst/tarwe-type. Dit laat zien dat er op hogere plekken in het landschap geakkerd werd, waarbij tarwe en mogelijk ook gerst en/of pluimgierst verbouwd werd. Daarnaast is pollen van de cultuurvolger alsem/bijvoet gevonden. Dit ruigtekruid komt met name voor op plekken die lokaal sterk zijn verrijkt in voedingsstoffen, maar waar de mate van verstoring beperkt is. Ook van smalle weegbree is pollen aanwezig in de top van het veen.

### 3.3.1.4 Laag H8

#### 3.3.1.4.1 Datering

Net zoals in de top van het veen bevat ook de basis van H8 pollen van haagbeuk, wat deze laag in de periode vanaf de ijzertijd dateert. Verder vormt de OSL-datering van laag H7 van dit profiel een *terminus ante quem*-datering voor laag H8. Laag H7 is gevormd in de periode 10-190 n.Chr.<sup>35</sup> Het is dan ook veilig om te concluderen dat laag H8 is gevormd in de periode ijzertijd tot (midden-) Romeinse tijd. Er is in laag H8 geen pollen gevonden van planten die door de Romeinen zijn geïntroduceerd.

#### 3.3.1.4.2 Landschap

In de basis van de oranjebruine siltige kleilaag H8 is het aandeel boompollen met 49% iets hoger dan in de top van het veen. In beide monsters is het aandeel pollen van els (20-22%) en wilg (2-3%) ongeveer gelijk. In de moerassen in de omgeving kwamen nog altijd veel varens voor, waarbij het hoge percentage sporen van koningsvaren (6%) in het oog springt. Ook valt op dat pollen van gagel duidelijk aanwezig is in de basis van laag H8.<sup>36</sup> Gagel komt voor op vochtige tot zeer natte, zure, venige grond. In de zoom van broekbossen komt de struik ook voor. Gagel is zeer tolerant voor fluctuerende waterstanden en is dan ook vaak te vinden op plekken die 's winters onder water staan en in de zomer (gedeeltelijk) droogvallen.<sup>37</sup> In het geval van Koolkerke zal gagel waarschijnlijk te vinden zijn geweest aan de rand van de natte bossen.

Ten opzichte van de veenlaag is het aandeel pollen van eik (7%), berk (6%) en hazelaar (6%) wat hoger en ook pollen van linde (2%) en iep (1%) is duidelijk vertegenwoordigd. Dat betekent dat de hogere, drogere gronden, zoals de donk

<sup>34</sup> Weeda *et al.* 1985, 30.

<sup>35</sup> NCL-7720100: 1920±90 ka; zie Wallinga & Versendaal 2021.

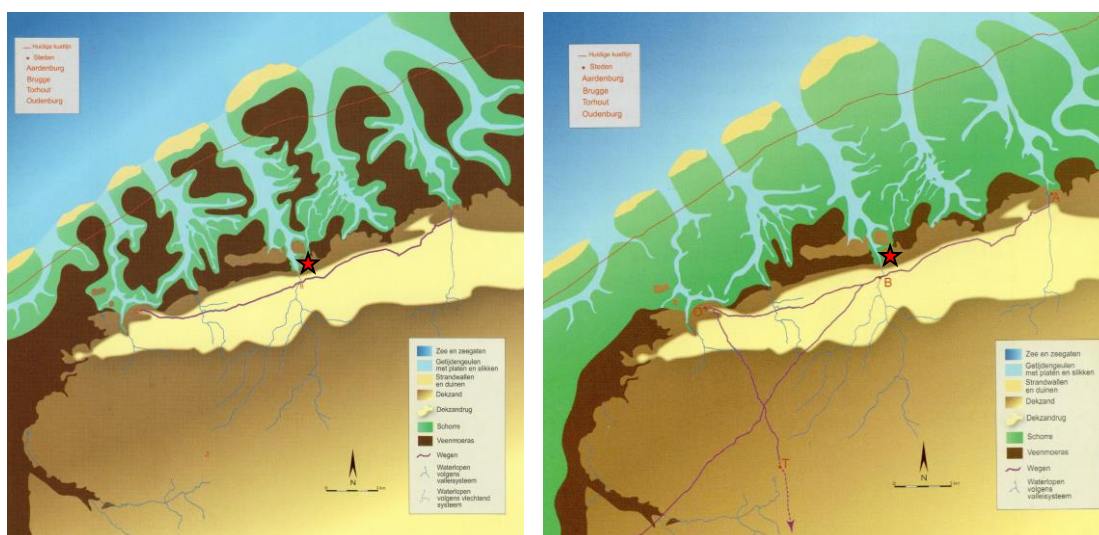
<sup>36</sup> Door de minder goede conservering was het in veel gevallen moeilijk om onderscheid te maken tussen pollen van hazelaar en dat van gagel.

<sup>37</sup> Weeda *et al.* 1985, 86.



van Ten Berg en de zuidwest-noordoost-georiënteerde dekzandrug ten zuiden, naar verwachting nog altijd bommenrijk waren. Wel valt op dat er sprake is van een lichte toename van het aandeel pollen van struikhei vanaf H10 naar H8 in het profiel. Struikhei is een plant van zure, relatief voedselarme zandgronden, die vaak sterk uitbreidt wanneer er sprake is van uitputting van de bodem (bijvoorbeeld als gevolg van overexploitatie van het landschap), maar komt ook voor in veengebieden. De combinatie van toename van gagel en de aanwezigheid van struikhei kan erop wijzen dat in de omgeving het veen verzuurde en er hier en daar zelfs hoogveen tot ontwikkeling kwam. De ontwikkeling van broekbossen naar zure en relatief voedselarme heideveenmoerassen is ook zichtbaar in het Nederlandse kustgebied.<sup>38</sup>

Ten slotte valt op dat de invloed van de zee duidelijk merkbaar is geworden, wat goed overeenkomt met de paleogeografische kaarten van het gebied voor de ijzertijd en de Romeinse tijd (zie *figuur 10* respectievelijk links en rechts).



*Figuur 10* De onderzoekslocatie (rode ster) op de paleogeografische kaart van de ijzertijd (links) en de Romeinse tijd (rechts) (bron: Hillewaert *et al.* 2011, 32; 37).

Niet alleen zijn fragmenten van de schaaltes van mariene kiezelwieren zoals *Podosira stelliger* en *Aulacodiscus argus* talrijk, ook zijn diverse organische cysten van dinoflagellaten (mariën plankton) in de basis van laag H8 aanwezig. De vele sponsnaaldfragmenten die zijn aangetroffen, zijn waarschijnlijk afkomstig van zeesponzen. In de vegetatie is de invloed van de zee eveneens merkbaar. De basis van kleilaag H8 bevat pollen van schorreplanten zoals Engels gras/lamsoor en gerande/zilte schijnspurrie. Het relatief hoge percentage pollen van planten van de ganzenvoetfamilie is mogelijk ook afkomstig van schorreplanten zoals schorrenkruid en spies-, kust- en/of strandmelde.

Op basis van het micromorfologisch onderzoek is geconcludeerd dat laag H8 geïnterpreteerd moet worden als kwelder- of schorreafzettingen.<sup>39</sup> Het is goed

<sup>38</sup> Kooistra 2014, 27.

<sup>39</sup> Van Kappel 2021, 10.

denkbaar dat de top van het veen hierbij is geërodeerd en vermengd is geraakt met de schorreafzettingen. Laag H8 bevat dan ook mogelijk een mix van beide typen afzettingen. Aangezien veen vaak zeer rijk is aan pollen is het mogelijk dat de invloed van de zee groter was dan op basis van het pollenspectrum zou worden verwacht.

#### 3.3.1.4.3 Cultuurindicatoren

Tijdens de analyse is geen pollen van granen geobserveerd. Echter, buiten de telling is (bij het waarderend onderzoek) wel pollen van het gerst/tarwe-type gezien. Daarnaast zijn enkele stuifmeelkorrels van de graslandplant smalle weegbree die vaak geassocieerd wordt met menselijke aanwezigheid gevonden, evenals pollen van alsem/bijvoet en gewoon varkensgras.

### 3.3.2 Profiel 1.1

#### 3.3.2.1 *Laag H11*

Laag H11, de onderste geulvulling van profiel 1.1 (zie *figuur 3*) bestaat uit een zeer humeuze siltige kleilaag met daarin een zandlaagjes. De laag oogt heterogeen, wat lijkt te worden bevestigd door de datering van de houtskool van els in deze laag. Deze dateert namelijk in de vroege tot midden-bronstijd, wat gezien de stratigrafie niet de ouderdom van de geul lijkt te duiden, aangezien de geul het veen heeft doorsneden. De macroresten in deze laag zijn dan ook hoogstwaarschijnlijk afkomstig uit het veen en zijn na verspoeling opnieuw afgezet in de geul tijdens de vroegste fase van haar bestaan.

Het macrorestenspectrum van laag H11 van profiel 1.1 sluit goed aan bij hetgeen in veenlaag H9 en de onderliggende humeuze zandige laag H10 van profiel 1.4 is aangetroffen. Zo zijn macroscopische resten van els (houtskool), wilg (houtskool) en berk (zaad), aangetroffen. Deze bomen waren talrijk in de omgeving ten tijde van veenvorming. Het is zeer aannemelijk dat het gaat om de soort zachte berk, die net zoals els en wilg voorkomt op vochtige tot natte plekken in het landschap. Daarnaast zijn zaden gevonden van diverse oever- en moerasplanten, zoals heen, stijve zegge en torkruid. Stijve zegge komt voor in moerassen, die veelal matig voedselrijk en matig zuur tot neutraal zijn.<sup>40</sup> Ook kan de soort een aanzienlijk aandeel hebben in elzenbroekbos en wilgenstruweel. Stijve zegge is in tegenstelling tot veel andere planten zeer tolerant voor schommelingen in het waterpeil.

#### 3.3.2.2 *Basis laag H9*

In de basis van de zeer humeuze zwak siltige kleilaag H9 die zich hogerop in het geulprofiel heeft gevormd, bevinden zich zaden van els en sporkehout. Dit past goed bij de vondst van relatief veel pollen van deze soort in met name de veenlaag H9 en de schorreafzettingen H8 van profiel 1.4. Ook zijn diverse zaden van oever- en moerasplanten aanwezig, waaronder riet, blaartrekkende boterbloem, wateraardbei, wolfspeen en een zegge (waarschijnlijk pluimzegge,

---

<sup>40</sup> Weeda *et al.* 1994, 316.

paardenhaarzegge of ronde zegge). Weegbreefonteinkruid is een plant van carbonaatrijk maar voedselarm, 'koud', en hooguit matig brak water.<sup>41</sup> Het is een plant die voorkomt in duinvalleien en -plassen waar sprake is van kwel. Ook kan weegbreefonteinkruid deel uitmaken van moerasvegetatie, waarbij opvalt dat weegbreefonteinkruid, in tegenstelling tot de meeste fonteinkruiden, redelijk bestand is tegen tijdelijk droogvallen. Daarnaast staat deze waterplant in ijle oevervegetaties, bijvoorbeeld tussen riet, waarvan eveneens (verkoalde) resten zijn gevonden. Het is dan ook zeer de vraag of de plant aan of in de geul heeft gestaan, of dat er ook in laag H9 sprake is van de vermenging van verspoeld veen.

Daarnaast is een bloemetje van struikhei of dophei gevonden, evenals bladeren van veenmos en zaden van die vermoedelijk van schorreplanten afkomstig zijn. Het betreft zaden van vermoedelijk klein schorrenkruid en van strandmelde. Laag H9 in profiel 1.1 is gevormd in een periode waarin de invloed van de zee merkbaar was, net zoals dat het geval was in laag H8 in profiel 1.4.

### 3.3.3 Profiel 1.3

Laag H1, de veenlaag in profiel 1.3 bleek sterk veraard te zijn. In het zeefresidu uitte zich dat in een matrix van brokjes gedegradieerd veen, waarin macroresten nauwelijks bewaard zijn gebleven. Er is in deze laag slechts één zaadje gevonden, welke afkomstig is van gewone braam. Gewone braam komt bij uitstek voor langs bosranden.

## 4. **Beantwoording van de onderzoeksvragen**

De vragen met betrekking tot natuurwetenschappelijk onderzoek, zoals gesteld in het Programma van Maatregelen, kunnen als volgt beantwoord worden:<sup>42</sup>

*Wat is de datering van de bovenkant van het veen? Indien mogelijk worden ook de estuariene klei en zand gedateerd.*

Het pollen van beuk in dat reeds in H10 (onder veenlaag H9) van profiel 1.4 aanwezig is, dateert het veen vanaf de bronstijd. Dit sluit goed aan bij de datering van het vermoedelijk verspoelde veen in de basis van de geulvulling. Een <sup>14</sup>C-datering dateert houtskool van els daarin in de vroege tot midden-bronstijd. De top van het veen dateert in de periode vanaf de ijzertijd. De bovenliggende estuariene kleilaag H7 in profiel 1.4 dateert op basis van een OSL-datering rond 1920±90 jaar geleden (vroeg- tot midden-Romeinse tijd). Het laatste bewaard gebleven veen is daarmee ergens gevormd in de periode van de ijzertijd tot en met de midden-Romeinse tijd.

---

<sup>41</sup> Weeda *et al.* 1991, 247.

<sup>42</sup> Verwerft *et al.* 2018b, 6-8.

*Wat zijn de verschillende landschappelijke elementen in het onderzoeksgebied? Hebben deze invloed gehad op de locatiekeuze van de vindplaats?*

Als gevolg van een relatieve stijging van de zeespiegel ontstonden er moerassen in het achterland achter het kustgebied. In deze moerassen vormde zich veen. Ter hoogte van de onderzoekslocatie dateert het veen vanaf de bronstijd. Het landschap ter hoogte van de onderzoekslocatie zal in de bronstijd en ijzertijd dan ook relatief nat zijn geweest. Op de nattere delen waren broekbossen te vinden met daarin soorten als els, wilg, sporkehout en vermoedelijk ook (zachte) berk. In de ondergroei kwamen onder andere varens en cypergrassen. De hoger gelegen delen van het landschap, zoals de donk van Ten Berge ten westen en de dekzandrug ten zuiden van Koolkerke, waren beduidend droger en waren begroeid met gemengde loofbossen, die een relatief open karakter zullen hebben gehad. Deze hoger gelegen gebieden waren ook geschikt voor akkerbouw en bewoning, in de laagten waren daarvoor naar alle waarschijnlijkheid te nat.

*Wat is de landschappelijke ontwikkeling van het plangebied en welke paleolandschappelijke processen zijn van invloed geweest op de menselijke activiteiten voor, tijdens en na de verschillende vastgestelde fasen van gebruik?*

In het gebied heeft vanaf de bronstijd veen kunnen accumuleren. Dit geschiedde in een nat moerasachtig gebied waar elzen- en wilgenbossen duidelijk aanwezig waren. Gedurende de periode van veenvorming lijkt het moerasachtig gebied vanaf de ijzertijd wat opener te worden, waarbij met name els en berk een minder groot aandeel hadden in de vegetatie, terwijl kruidachtige planten, voornamelijk varens en cypergrassen, juist talrijker werden. In de estuariene klei H8 van profiel 1.4 wordt de invloed van de zee voor eerst duidelijk merkbaar: in de basis van deze laag bevinden zich resten van mariene kiezelwieren en dinoflagellaten, maar ook van schorreplanten. De aanwezigheid van de geul hangt hier waarschijnlijk mee samen. Waar de basis van de geulvulling hoogstwaarschijnlijk verspoeld veen uit de vroege tot midden-bronstijd bevat, zijn ook in de bovenste geulvulling indicaties voor mariene invloed in het onderzoeksgebied.

Gedurende de vorming van de onderzochte lagen was het lokale landschap vochtig tot zeer nat en ongeschikt voor bewoning. Mogelijk kon er in de moerasachtige gebieden wel worden gejaagd op wild (getuige de vuursteenvondsten tijdens het vooronderzoek), hoewel het de vraag blijft hoe toegankelijk deze gebieden waren. De bomenrijke, hoger gelegen donk en dekzandrug waren wel geschikt voor bewoning en akkerbouw. Voor akkerbouw zijn sporadisch bewijzen gevonden in de onderzochte niveaus.

*Welke veranderingen treden in de loop van de tijd op in de vegetatie, de vegetatiestructuur en de openheid van het landschap en wat was de rol van de mens hierbij? Hoe lang heeft hier veen gegroeid?*

Voor vegetatieveranderingen: zie vorige vraag. De oorzaak van de lokale veranderingen is moeilijk eenduidig te herleiden. Of hier menselijke activiteiten aan ten grondslag liggen is niet met zekerheid te zeggen, aangezien

milieufactoren lokaal ook sterk kunnen verschillen. Wel valt op dat in de basis van de estuariene kleilaag H8 van profiel 1.4 het aandeel struikheide in het landschap toeneemt. Een uitbreiding van struikheide is vaak een gevolg van verschraving van het landschap. Het is goed mogelijk dat dit het gevolg is van menselijk handelen op de hogere delen van het landschap. Het is goed denkbaar dat daar bomen werden gekapt ten behoeve van bewoning en/of akkerbouw.

Het veen is geaccumuleerd vanaf de bronstijd tot zeker in de ijzertijd, mogelijk tot aan de midden-Romeinse tijd.

*Wat is de conserveringsgraad van de verschillende materiaalcategorieën (inclusief eventueel aanwezig archeobotanisch en archeozoologisch materiaal)? Zijn er verschillen op te merken binnen de vindplaats?*

De conserveringsgraad varieerde sterk. De fijnzandige laag onder het veen in profiel 1.4 bevatte matig geconserveerd pollen. Het veen in profielen 1.4 en 1.3 was veraard, waardoor onverkoolde macroresten daarin nauwelijks bewaard zijn gebleven. Het pollen in het veen was daarentegen goed tot uitstekend geconserveerd. De estuariene klei H8 in profiel 1.4 bevatte redelijk geconserveerd materiaal. De conservering was echter niet zo goed als in de veenlaag.

De twee onderzochte geulvullingen van profiel 1.1 (H11 en de basis van H9) bevatten wel onverkoolde macroresten die over het algemeen goed geconserveerd waren. De onderste geulvulling bevat waarschijnlijk verspoeld veen. Door de aanwezigheid van water in de geul en een spoedige afdekking daarin lijkt het veen in de geul beter geconserveerd dan het veen dat *in-situ* ligt.

*Is er sprake van culturele invloeden vanuit andere gebieden? En zo ja: van waar en welke invloeden?*

De pollen- en macrorestenspectra van de onderzochte profielen vertonen geen indicaties voor culturele invloeden van andere gebieden.

*Zijn er indicaties voor handelscontacten met andere regio's?*

De pollen- en macrorestenspectra van de onderzochte profielen vertonen geen indicaties voor handelscontacten met andere regio's.

*Wat kan er op basis van het organisch vondstmateriaal gezegd worden over de functionele indeling, het voedselpatroon en de bestaanseconomie binnen de nederzetting? Welke cultuurgewassen werden in de verschillende bewonings- en gebruiksfases verbouwd? Zijn er aanwijzingen voor chronologische verschuivingen?*

In de niveaus die worden toegeschreven aan de bronstijd is zeer sporadisch pollen van granen gevonden. Het betreft pollen van het granen-type in de fijnzandige laag H10 onder het veen in profiel 1.4, dat niet nader gedetermineerd kon worden en pollen van het gerst/tarwe-type in het midden van het veen in profiel 1.4. Dit pollen is waarschijnlijk geproduceerd door gerst, tarwe of pluimgierst, die alle verbouwd werden in deze periode. In de top van het veen, die is gevormd in de ijzertijd of Romeinse tijd, is pollen gevonden van het tarwe-

type en is geproduceerd door tarwe. Ook in de basis van de estuariene klei van profiel 1.4 is pollen van het gerst/tarwe-type geobserveerd.

*Hoe past de vindplaats binnen het regionale landschap uit de vertegenwoordigde periodes? Zijn deze vergelijkbaar met andere soortgelijke vindplaatsen uit eenzelfde periode of wijzen de resultaten op een specifieke functie of specifieke omstandigheden binnen de nederzetting?*

De bevindingen van het paleoecologisch onderzoek van Koolkerke-Zagersweg sluiten goed aan die van eerdere onderzoeken in de regio, zoals beschreven in Hillewaert *et al.* 2011. Daarnaast sluiten de resultaten ook goed aan bij hetgeen gekend is in het kustgebied in Nederland, zoals in de regio Den Haag (zie bijvoorbeeld Kooistra 2014).

*Welke aanvullingen biedt het onderzoek op de landschapsreconstructiekaarten? Kan de stratigrafische ligging van de vondsten gekoppeld worden aan een datering? Vormt deze datering een aanvulling op de landschapsgenese van de oostelijke kustpolders?*

Wat betreft de landschapsreconstructiekaart van de bronstijd zou de onderzoekslocatie aangeduid moeten worden als veenmoeras. Thans is dat, voor zover zichtbaar, aangeduid met dekzand. Wat betreft de ijzertijd/Romeinse tijd zou de nabijheid van een schorre moeten blijken. Dat lijkt reeds het geval. De datering vormt een aanvulling op de landschapsgenese van de oostelijke kustpolders.

De aanvullende vragen, die na het archeologisch onderzoek zijn opgesteld kunnen als volgt beantwoord worden:<sup>43</sup>

*Wat was het milieu in de omgeving van de geul wanneer die opgevuld raakte?*

Deze vraag is moeilijk te beantwoorden aangezien er waarschijnlijk verspoeld veen in de onderste geulvulling aanwezig was. Het macrorestenspectrum is dan ook niet representatief voor het lokale milieu in de omgeving van de geul, maar voor de periode van veenvorming. In de hogere geulvulling zijn diverse oever- en moerasplanten vertegenwoordigd in het macrorestenspectrum, waaronder riet. Ook zijn macroresten van els en sporkehout gevonden. Indien deze planten deel hebben uitgemaakt van de lokale vegetatie (en daarmee niet via geremanieerd veen opnieuw zijn afgezet in laag H9), dan kan geconcludeerd worden dat de geul stroomde door een vochtig tot nat moeraslandschap, waar niet alleen sprake was van de ontwikkeling van laagveen (dat door grondwater gevoed wordt), maar hoogstwaarschijnlijk ook van hoogveen (dat door regenwater gevoed wordt), getuige de vondst van resten van struikhei/dophei en veenmos. Ten tijde van de vorming van de bovenste onderzochte vulling, H9 stond de geul hoogstwaarschijnlijk zo nu en dan in contact met zeewater, getuige de vondst van zaden die waarschijnlijk afkomstig zijn van schorrevegetatie.

---

<sup>43</sup> Verhaeghe 2019, 18.



*Wat is de datering van de geul?*

Houtskool van els uit de onderste geulvulling (H11) dateert in de vroege tot midden-bronstijd (1885-1735 v.Chr. (86,4%) of 1718-1692 v.Chr. (9%)). Aangezien de geul de veenlaag doorsnijdt, is deze datering niet representatief voor de periode waarin de geul actief was. Het is waarschijnlijk dat de geul door het landschap stroomde ná vorming van de top van het veen (vanaf de ijzertijd). Op basis van stratigrafie en de datering van de top van het veen en de (schorre?)afzettingen H7 van profiel 1.4 kan deze datering wellicht nauwkeuriger bepaald worden.

*Wat is de datering van het veen?*

Het veen dateert in de bronstijd; vanaf de periode 1885-1735 v.Chr. (datering veen in basis geulvulling). Veenaccumulatie heeft in elk geval tot en met de ijzertijd, en mogelijk tot in de (vroeg- tot midden-) Romeinse tijd plaatsgevonden.

*Wat zijn de dateringen en de houtsoorten van het aangetroffen hout?*

Boom 3 dateert in de vroege bronstijd, meer precies in de periode 1980-1863 v.Chr. (59,8%), 1855-1767 v.Chr. (32,1%) of 2019-1997 v.Chr. (3,5%).

*Kan het dendrochronologisch onderzoek een licht werpen op het milieu waarin de bomen stonden? Kan iets gezegd worden over de datering van de vernatting van het landschap? Eventueel aan de hand van zichtbare stress, zichtbaar in de jaarringen van de bomen?*

Het dendrochronologisch onderzoek van boom 2 en boom 3 heeft geen *match* met een bestaande kalender opgeleverd, waardoor geen nauwkeurige datering verkregen kon worden van het jaar of de jaren waarin de bomen dood gingen. Een <sup>14</sup>C-datering van boom 3 dateert de boom in de vroege bronstijd. Een vernatting van het milieu als gevolg van de relatieve zeespiegelstijging (en de stijging van de grondwatertafel die ermee gepaard ging), resulteerde in veenvorming op de onderzoekslocatie. Het is goed denkbaar dat de vernatting ertoe heeft geleid dat de ondergrond té nat werd voor de eiken die hier lokaal groeiden, waardoor zij als het ware verdronken in het steeds natter wordende landschap in de vroege bronstijd.

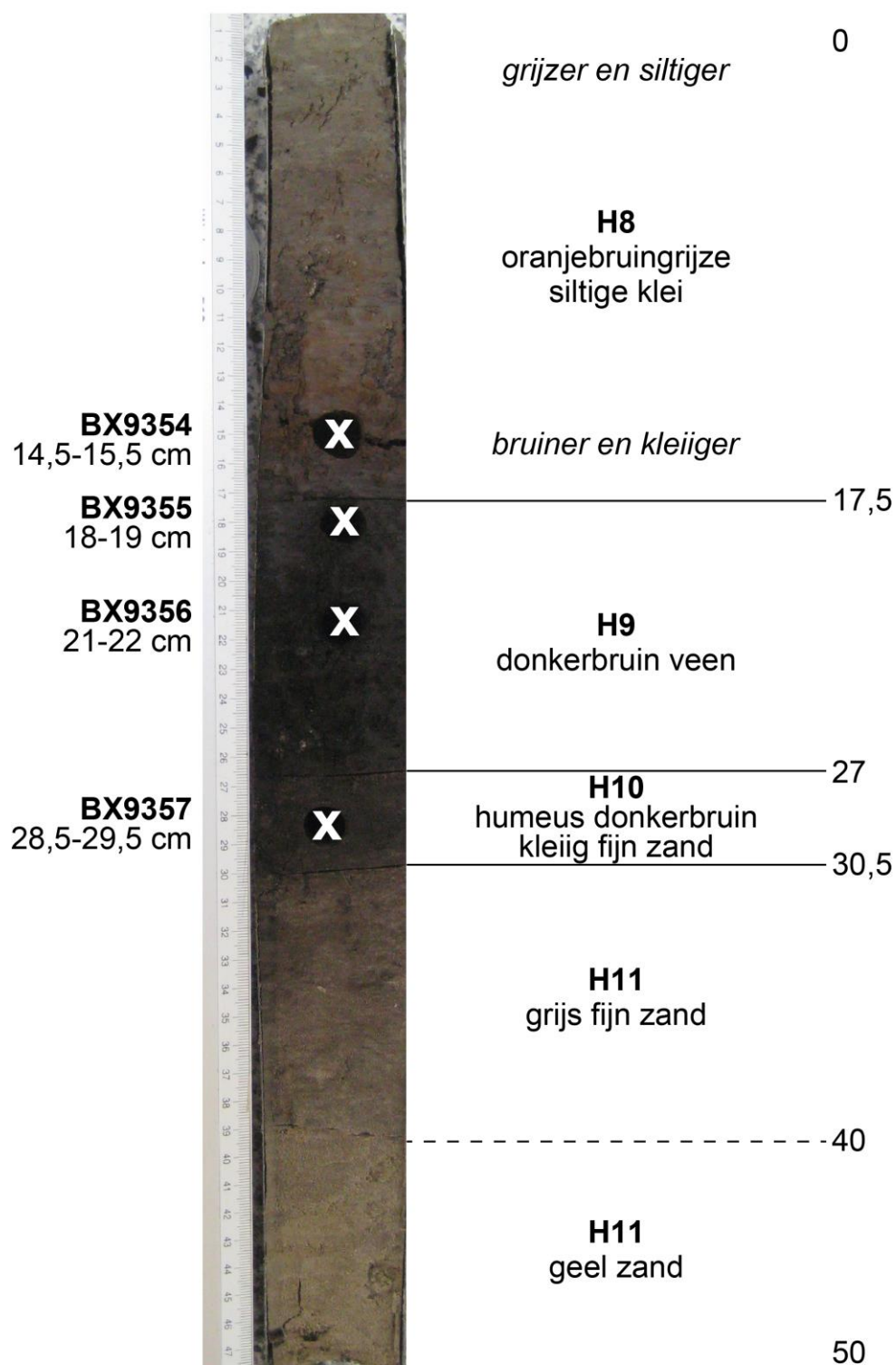
## 5. Literatuur

- 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.
- Brinkkemper O., 2013: De betekenis van de archeobotanie voor boshistorisch onderzoek, *Historisch-Geografisch Tijdschrift* 31, 162-171.
- Cappers, R.T.J., R.M. Bekker & J.E.A. Jans 2006: Digitale zadenatlas van Nederland, Groningen.
- Doeve, P., 2020: Dendrochronologisch onderzoek veeneiken vindplaats Koolkerke-Zagersweg, 's-Hertogenbosch (BAAC Rapport: D-20.0258).
- Erdtman, G., 1960: The Acetolysis Method, *Svensk Botanisk Tidskrift* 54, 561-564.
- Fægri, K., P.E. Kaland & K. Krzywinski 1989: Textbook of Pollen Analysis, Chichester (4<sup>e</sup> editie.).
- 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).
- Grimm, E.C., 1991-2019: TILIA programma (versie 2.6.1), Illinois.
- Groenman-van Waateringe, W., 1986: Grazing Possibilities in the Neolithic of the Netherlands based on Palynological Data, in: K.-E. Behre (red.), *Anthropogenic Indicators in Pollen Diagrams*, Rotterdam, 187-202.
- Hillewaert, B., Y. Hollevoet & M. Ryckaert 2011: Op het raakvlak van twee landschappen. De vroegste geschiedenis van Brugge, Brugge.
- Hoeve, M.L. van, & M. Hendrikse, 1998: A Study of Non-Pollen Objects in Pollen Slides, Utrecht (ongepubliceerd).
- Kappel, K. van, 2021: Koolkerke, Zagersweg. Bodem-micromorfologisch onderzoek, Maarssen (Rapport ArcheoPro).
- Konert, M., 2002: Pollen Preparation Method, Amsterdam (Intern Rapport Vrije Universiteit).
- Kooistra, L.I., 2014: Landschapsgeschiedenis van het Wateringse Veld, in: H. Siemons & E.E.A. Bulten (red.) *Archeologie in het Wateringse Veld, gemeente Den Haag. Van steentijd tot nieuwe tijd*, Den Haag (Haagse Oudheidkundige Publicaties 17).
- 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.
- Lambinon, J., J.-E. De Langhe, L. Delvosalle & J. Duvigneaud 1998: Flora van België, het Groothertogdom Luxemburg, Noord-Frankrijk en de aangrenzende gebieden (Pteridofyten en Spermatofyten), Meise.
- Meijden, R. van der, 2005: Heukels' Flora van Nederland, Groningen etc.

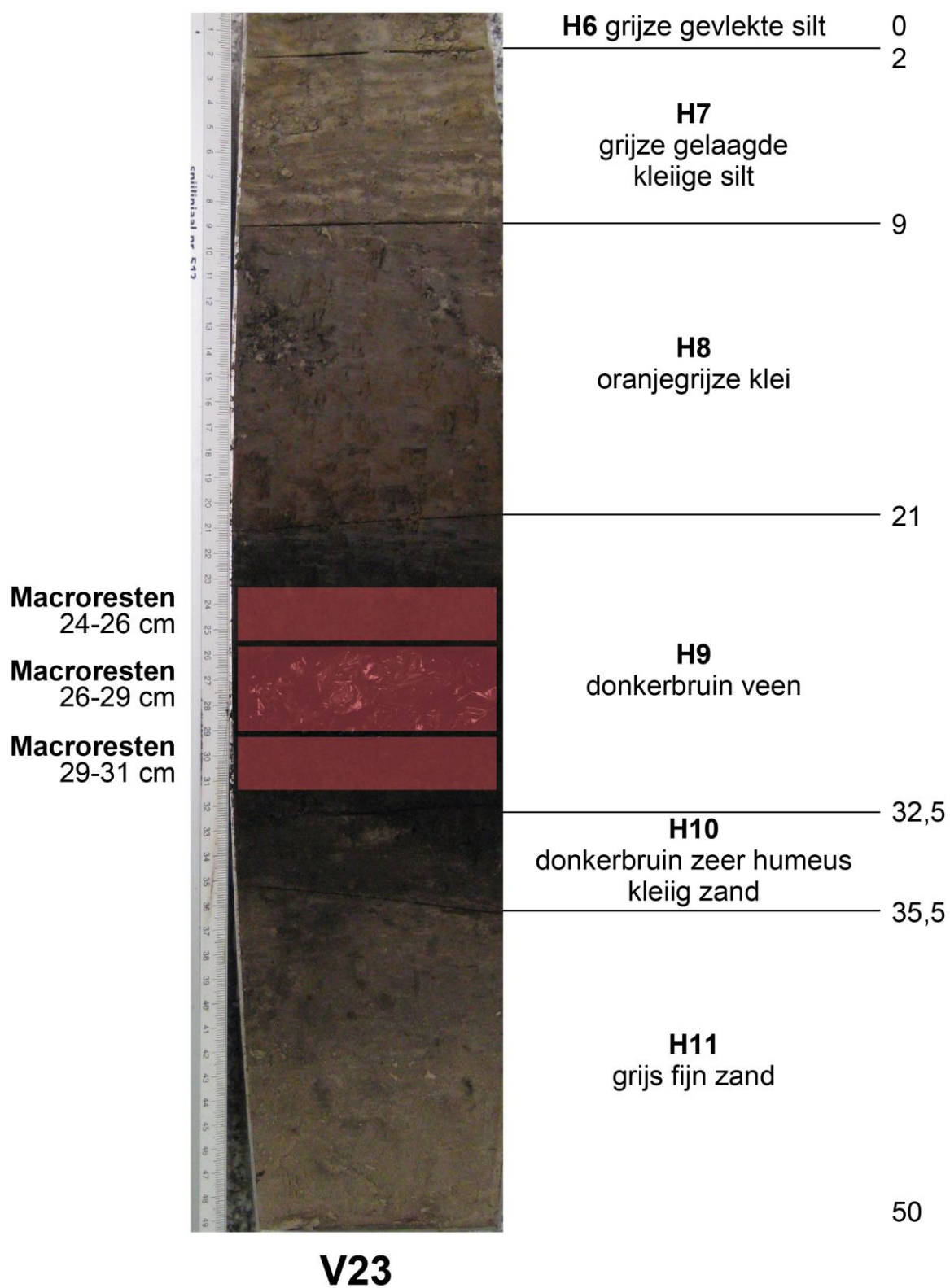
- Moore, P.D., J.A. Webb & M.E. Collinson 1991: Pollen Analysis, Oxford.
- Punt, W. et al., (red.) 1976-2009: The Northwest European Pollen Flora I t/m IX, Amsterdam.
- Stockmarr, J., 1971: Tablets with Spores used in Absolute Pollen Analysis, Pollen et Spores 14(4), 615-621.
- Tamis, W.L.M., R. van 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.
- Van Landuyt, W., 2006: *Euonymus europaeus* L., in: W. Van Landuyt, I. Hoste, L. Vanhecke, P. Van den Brecht, W. Vercruyssen & D. De Beer (red.) Atlas van de Flora van Vlaanderen en het Brussels Gewest, Meise, 389-390.
- Verbruggen, F., 2020: Voorstel voor selectieadvies Koolkerke-Zagersweg: waarderend onderzoek pollen, botanische macroresten en hout en voorlopige resultaten daterend onderzoek, Zaandam.
- Verhaeghe, C., 2019: Archeologierapport Koolkerke Zagersweg, Bassevelde (BAAC Vlaanderen Archeologierapport).
- Verwerft, D., F. Roelens, J.H. Mikkelsen & J. Huyghe 2018a: Zagersweg, Koolkerke (Brugge): Verslag van resultaten archeologisch vooronderzoek met ingreep in de bodem (proefsleuvenonderzoek en archeologisch booronderzoek), Brugge (AardeWerk 2018/31, rapport Raakvlak Archeologisch Onderzoek).
- Verwerft, D., F. Roelens, J.H. Mikkelsen & J. Huyghe 2018b: Zagersweg, Brugge: Programma van Maatregelen, Brugge (AardeWerk, Raakvlak Archeologisch Onderzoek).
- Wallinga, J., & A.J. Versendaal 2021: Luminescentiedateringsrapport Koolkerke-Zagersweg, Wageningen (NCL Luminescentiedateringsrapport NCL-7720, herziene versie).
- Weeda, E.J., R. Westra, Ch. Westra & T. Westra 1985-1994: Nederlandse oecologische flora. Wilde planten en hun relaties 1 t/m 5, Deventer.

## Koolkerke-Zagersweg

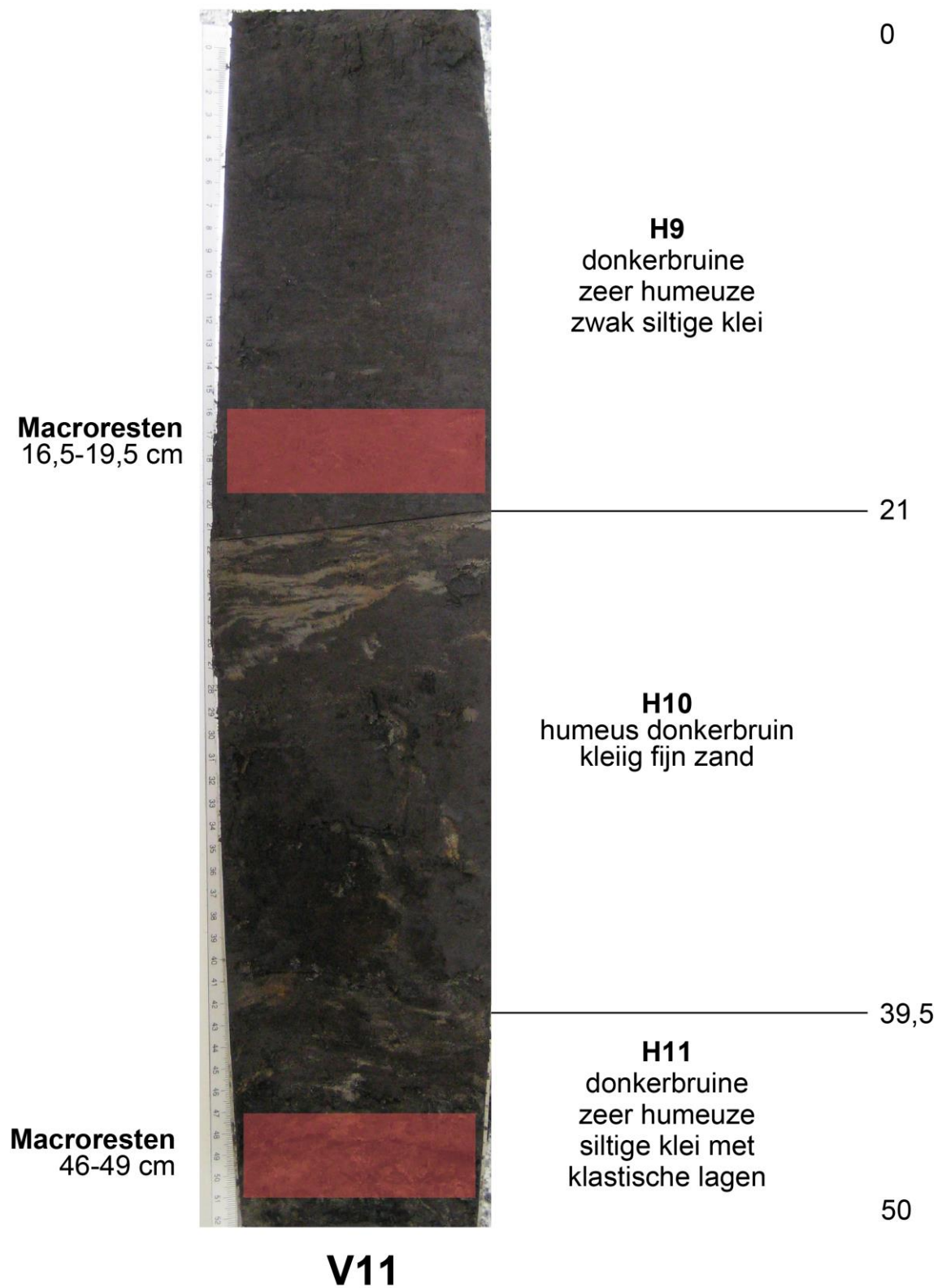


**V22**

## Koolkerke-Zagersweg

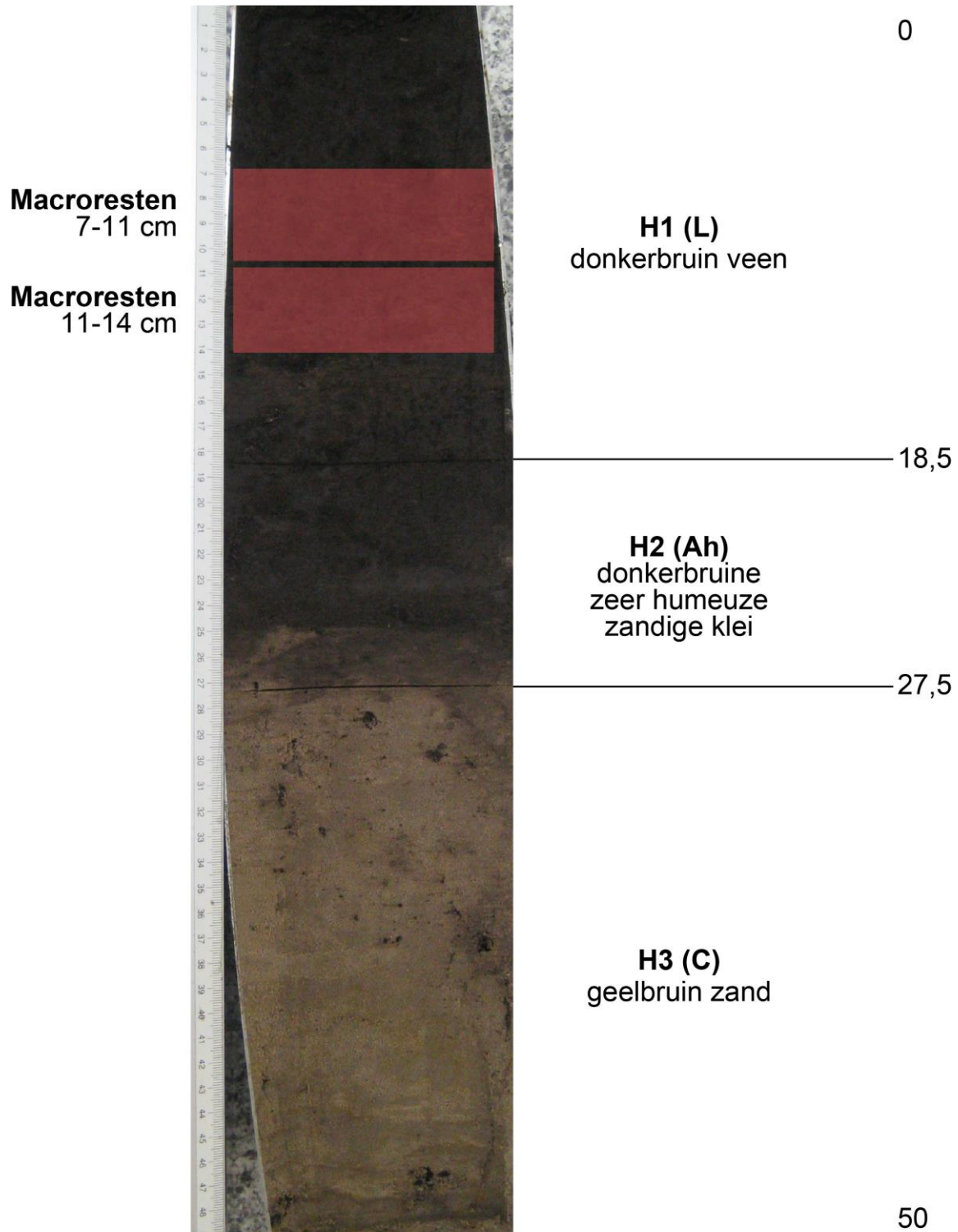


## Koolkerke-Zagersweg





## Koolkerke-Zagersweg



**V13**



Bijlage 5 Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het inventariserend pollenonderzoek.  
Verklaring: . = afwezig, + = zeldzaam, ++ = aanwezig, +++ = talrijk, ++++ = zeer talrijk.

| profiel                                   | 1.4       | 1.4       | 1.4        | 1.4       |                                           |
|-------------------------------------------|-----------|-----------|------------|-----------|-------------------------------------------|
| vondstnummer                              | 22        | 22        | 22         | 22        |                                           |
| laag                                      | basis H8  | top H9    | midden H9  | H10       |                                           |
| labcode (BX)                              | 9354      | 9355      | 9356       | 9357      |                                           |
| diepte in profielbak (cm)                 | 14,5-15,5 | 18-19     | 21-22      | 28,5-29,5 |                                           |
| rijkdom                                   | rijk      | zeer rijk | zeer rijk  | zeer rijk | rijkdom                                   |
| conservering                              | redelijk  | goed      | uitstekend | matig     | conservering                              |
| analyse                                   | ja        | ja        | ja         | ja        |                                           |
| globale AP/NAP                            | 55/45     | 45/55     | 45/55      | 65/35     | globale verhouding bomen/niet-bomen       |
| bomen van drogere gronden                 | ++++      | +++       | +++        | +++       | bomen van drogere gronden                 |
| waaronder: beuk                           | +         | +         | ++         | .         | waaronder: <i>Fagus sylvatica</i>         |
| haagbeuk                                  | +         | .         | .          | .         | <i>Carpinus betulus</i>                   |
| bomen van nattere gronden                 | ++++      | ++++      | ++++       | ++++      | bomen van nattere gronden                 |
| boskruiden                                | +         | +         | +          | +         | boskruiden                                |
| waaronder: klimop                         | .         | +         | .          | .         | waaronder: <i>Hedera helix</i>            |
| kamperfoelie                              | +         | +         | +          | +         | <i>Lonicera</i>                           |
| cultuurgewassen                           | +         | +         | .          | +         | cultuurgewassen                           |
| waaronder: gerst/tarwe-type               | +         | +         | .          | .         | waaronder: <i>Hordeum/Triticum</i> -type  |
| granen-type                               | .         | .         | .          | +         | Cerealìa-type                             |
| planten van akkers en droge ruigten       | +         | +         | +          | .         | planten van akkers en droge ruigten       |
| waaronder: bijvoet/alsem                  | +         | +         | +          | .         | waaronder: <i>Artemisia</i>               |
| algemene kruiden                          | ++        | +         | +          | +         | algemene kruiden                          |
| graslandplanten                           | ++        | ++        | ++         | ++        | graslandplanten                           |
| heideplanten                              | +         | ++        | ++         | ++        | heideplanten                              |
| hoogveenplanten                           | ++        | +         | +          | +         | hoogveenplanten                           |
| moeras- en oeverplanten                   | +++       | ++++      | +++        | +++       | moeras- en oeverplanten                   |
| waterplanten                              | .         | +         | ++         | .         | waterplanten                              |
| algen                                     | ++        | ++        | +          | +++       | algen                                     |
| planten van brakke en zoute standplaatsen | +         | .         | .          | .         | planten van brakke en zoute standplaatsen |
| mariene microfossielen                    | ++        | .         | .          | .         | mariene microfossielen                    |
| verkoalde plantenresten                   | +++       | ++        | +          | ++        | verkoalde plantenresten                   |

Bijlage 6 Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het waarderend houtonderzoek.  
Verklaring: GV1 = hele stam, GV2 = halve stam.

|                                    |                                                                                        |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>staal<br/>spoor<br/>werkput</b> | <b>V2<br/>boom 2<br/>1</b>                                                             |
| houtsoort                          | <i>Quercus</i>                                                                         |
| afmetingen                         | diameter 36 cm                                                                         |
| stamcode                           | was GV1, nu 2                                                                          |
| aantal jaarringen                  | ca 75                                                                                  |
| groeipatroon                       | onregelmatig                                                                           |
| spint ja/nee                       | nee, kernhoutgrens                                                                     |
| waardering                         | matig, vanwege onregelmatig groeipatroon (golvend patroon) en ontbreken van spint. Zal |
| is het gezaagd?                    | hooguit <i>Terminus Post Quem</i> -datering opleveren<br>ja                            |

|                                    |                                                                                  |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| <b>staal<br/>spoor<br/>werkput</b> | <b>V9<br/>boom 3<br/>1</b>                                                       |
| houtsoort                          | <i>Quercus</i>                                                                   |
| afmetingen                         | diameter 27,5 cm                                                                 |
| stamcode                           | was GV1, nu 2                                                                    |
| aantal jaarringen                  | meer dan 70                                                                      |
| groeipatroon                       | regelmatig                                                                       |
| spint ja/nee                       | nee                                                                              |
| waardering                         | matig, want verrot aan buitenkant en hart; zal hooguit <i>Terminus Post Quem</i> |
| is het gezaagd?                    | opleveren<br>ja                                                                  |

*Bijlage 7* Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het daterend <sup>14</sup>C-onderzoek. De dateringen zijn gekalibreerd door middel van OxCal versie 4.2.2 met behulp van de IntCal20 kalibratiecurve (betrouwbaarheidsinterval: 2-sigma = 95,4%)  
 Verklaring: BP = *before present* (1950 n.Chr.), vnr = vondstnummer, wp = werkput

| vnr | wp | profiel | laag | diepte in<br>profielbak<br>(cm) | geselecteerd materiaal                       | gewicht<br>(mg) | labcode        | <sup>14</sup> C-datering<br>( <sup>14</sup> C-jaar BP) | gekalibreerde<br>ouderdom (kalenderjaar<br>v.Chr.)                              | periode                      |
|-----|----|---------|------|---------------------------------|----------------------------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|
| 9   | 1  | .       | .    | .                               | buitenste jaarring boom 3:<br><i>Quercus</i> | 346             | Poz-<br>132993 | 3550 ± 35 BP                                           | 2019-1997 v.Chr. (3,5%)<br>1980-1863 v.Chr. (59,8%)<br>1855-1767 v.Chr. (32,1%) | vroege(-midden)<br>bronstijd |
| 11  | 1  | 1       | H11  | 46-49                           | <i>Alnus</i> (houtschool) 1x                 | 6               | Poz-<br>127039 | 3470 ± 30 BP                                           | 1885-1735 v.Chr. (86,4%)<br>1718-1692 v.Chr. (9%)                               | vroege-midden<br>bronstijd   |

*Bijlage 8* Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het granulometrisch onderzoek (korrelgrootte-analyse) van de verschillende horizonten binnen profiel 1.4  
Verklaring: klei: <8 µm, silt: 8-63 µm, zand (63-2000 µm).

| vondstnummer | laag | % klei          | % silt                  | waarvan:                    |                         |                         | % zand                     | waarvan:                     |                          |                                |                           |                                 |                            |                               |                                      |
|--------------|------|-----------------|-------------------------|-----------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------|------------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------|----------------------------|-------------------------------|--------------------------------------|
|              |      | % klei (< 8 µm) | % silt totaal (8-63 µm) | % zeer fijne silt (8-16 µm) | % fijne silt (16-32 µm) | % grove silt (32-63 µm) | % zand totaal (63-2000 µm) | % zeer fijn zand (63-125 µm) | % fijn zand (125-250 µm) | % middelgrof zand (250-500 µm) | % grof zand (500-1000 µm) | % zeer grof zand (1000-2000 µm) | mediaan korrelgrootte (µm) | gemiddelde korrelgrootte (µm) | standaarddeviatie korrelgrootte (µm) |
| 29           | H1   | 9,42            | 25,59                   | 3,36                        | 5,32                    | 16,91                   | 64,99                      | 45,37                        | 17,58                    | 1,99                           | 0,06                      | 0                               | 80,97                      | 4,15                          | 1,8                                  |
| 30           | H2   | 10              | 27,95                   | 3,69                        | 5,82                    | 18,44                   | 62,06                      | 45,98                        | 15,15                    | 0,93                           | 0                         | 0                               | 76,87                      | 4,26                          | 1,79                                 |
| 31           | H3   | 12,33           | 32,04                   | 4,59                        | 7,23                    | 20,22                   | 55,63                      | 43,92                        | 11,67                    | 0,03                           | 0                         | 0                               | 69,51                      | 4,51                          | 1,88                                 |
| 32           | H4   | 12,15           | 32,34                   | 4,99                        | 6,97                    | 20,37                   | 55,51                      | 45,72                        | 9,79                     | 0                              | 0                         | 0                               | 69,01                      | 4,52                          | 1,84                                 |
| 33           | H5   | 23,56           | 51,37                   | 15,09                       | 16,97                   | 19,31                   | 25,07                      | 21,89                        | 3,18                     | 0                              | 0                         | 0                               | 25,29                      | 5,63                          | 1,98                                 |
| 34           | H6   | 12,91           | 28,63                   | 4,84                        | 6,16                    | 17,64                   | 58,45                      | 46,43                        | 12,02                    | 0,01                           | 0                         | 0                               | 72,74                      | 4,49                          | 1,91                                 |
| 35           | H7   | 5,82            | 15,48                   | 1,91                        | 2,81                    | 10,75                   | 78,7                       | 55,01                        | 23,67                    | 0,02                           | 0                         | 0                               | 95,16                      | 3,79                          | 1,48                                 |
| 36           | H8   | 58,62           | 37,59                   | 20,53                       | 13,55                   | 3,51                    | 3,79                       | 2,46                         | 1,33                     | 0                              | 0                         | 0                               | 6,12                       | 7,39                          | 1,82                                 |
| 37           | H9   | 9,21            | 39                      | 7,51                        | 13,47                   | 18,02                   | 51,78                      | 24,95                        | 22,47                    | 4,2                            | 0,16                      | 0                               | 66,85                      | 4,3                           | 1,83                                 |
| 38           | H10  | 8,18            | 14,9                    | 3,6                         | 4,22                    | 7,08                    | 76,92                      | 29,15                        | 40,01                    | 7,73                           | 0,02                      | 0                               | 120,41                     | 3,62                          | 1,84                                 |
| 39           | H11  | 4,97            | 10,54                   | 1,97                        | 2,62                    | 5,95                    | 84,49                      | 30,6                         | 44,22                    | 9,52                           | 0,15                      | 0                               | 132,33                     | 3,29                          | 1,57                                 |
| 40           | H12  | 2,33            | 5,09                    | 0,78                        | 1,12                    | 3,19                    | 92,58                      | 32,33                        | 51,2                     | 8,66                           | 0,38                      | 0                               | 141,21                     | 3                             | 1,21                                 |
| 41           | H13  | 1,38            | 3,31                    | 0,33                        | 0,59                    | 2,38                    | 95,31                      | 26,36                        | 54,89                    | 13,65                          | 0,41                      | 0                               | 158,16                     | 2,78                          | 1,05                                 |

*Bijlage 9* Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het *loss-on-ignition*-onderzoek (gloeiverlies, lichtgrijs), het gaschromatografische onderzoek ter bepaling van de hoeveelheid organische koolstof en stikstof (wit) en het pH-onderzoek (donkergrijs) van de verschillende horizonten binnen profiel 1.4. De gehalten vocht, organisch materiaal en kalk zijn bepaald door verhitting naar respectievelijk 105°C, 550°C en 950°C.

| vondstnummer | laag | beginweight (g) | vochtgehalte (%) | gehalte organisch materiaal (%) | gehalte kalk (CaCO3) (%) | % organische koolstof | % organische stikstof | pH   |
|--------------|------|-----------------|------------------|---------------------------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|------|
| 29           | H1   | 2,1518          | 1,129            | 2,378                           | 0,5575                   | 0,71                  | 0,077                 | 5,5  |
| 30           | H2   | 2,4118          | 1,202            | 2,019                           | 0,6044                   | 0,54                  | 0,053                 | 5,33 |
| 31           | H3   | 2,3483          | 1,538            | 2,359                           | 0,7448                   | 0,46                  | 0,051                 | 5,11 |
| 32           | H4   | 2,2614          | 1,423            | 1,728                           | 0,6341                   | 0,3                   | 0,03                  | 5,15 |
| 33           | H5   | 2,2869          | 2,458            | 3,276                           | 0,9846                   | 0,59                  | 0,058                 | 5,19 |
| 34           | H6   | 1,983           | 1,695            | 2,086                           | 0,6448                   | 0,34                  | 0,03                  | 5,28 |
| 35           | H7   | 1,9879          | 0,9077           | 1,144                           | 0,4654                   | 0,21                  | 0,017                 | 5,45 |
| 36           | H8   | 2,0668          | 4,683            | 13,74                           | 1,646                    | 4,72                  | 0,323                 | 5,46 |
| 37           | H9   | 2,2203          | 5,97             | 56,4                            | 1,65                     | 29,13                 | 1,345                 | 5,63 |
| 38           | H10  | 2,6162          | 1,297            | 6,692                           | 0,4496                   | 4,07                  | 0,149                 | 5,66 |
| 39           | H11  | 2,2864          | 0,5864           | 1,15                            | 0,3136                   | 0,36                  | 0,11                  | 5,68 |
| 40           | H12  | 2,0372          | 0,3936           | 0,5556                          | 0,2714                   | 0,15                  | 0,006                 | 4,57 |
| 41           | H13  | 2,2928          | 0,2719           | 0,3545                          | 0,3826                   | 0,08                  | 0,002                 | 3,07 |

*Bijlage 10* Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het pollenonderzoek, uitgedrukt in percentages (%) ten opzichte van de totaalpollensom. De codering die achter het pollentype vermeld staat, geeft aan welke determinatieliteratuur is gebruikt voor de naamgeving (B = Beug 2004; M = Moore *et al.* 1991, P = Punt *et al.* 1976-2009). Verklaring: . = afwezig, + = zeldzaam, ++ = aanwezig, +++ = talrijk.

| profiel                                   | 1.4       |      | 1.4    |      | 1.4       |      | 1.4       |      |                          |
|-------------------------------------------|-----------|------|--------|------|-----------|------|-----------|------|--------------------------|
| vondstnummer                              | 22        |      | 22     |      | 22        |      | 22        |      |                          |
| laag                                      | H8 basis  |      | H9 top |      | H9 midden |      | H10       |      |                          |
| labcode (BX)                              | BX8954    |      | BX8955 |      | BX8956    |      | BX8957    |      |                          |
| diepte in pollenbak (cm)                  | 14,5-15,5 |      | 18-19  |      | 21-22     |      | 28,5-19,5 |      |                          |
| absoluut (N) / relatief (%)               | N         | %    | N      | %    | N         | %    | N         | %    |                          |
| <b>Totalen per groep</b>                  |           |      |        |      |           |      |           |      |                          |
| Bomen van drogere gronden                 | 172       | 26,3 | 93     | 15,1 | 145       | 20,3 | 143       | 22,8 |                          |
| Bomen van nattere gronden                 | 149       | 22,7 | 156    | 25,3 | 251       | 35,1 | 237       | 37,8 |                          |
| Boskruiden                                | 53        | 8,1  | 36     | 5,8  | 27        | 3,8  | 29        | 4,6  |                          |
| Cultuurgewassen                           | 0         | 0,0  | 2      | 0,3  | 1         | 0,1  | 0         | 0,0  |                          |
| Planten van akkers en droge ruigten       | 0         | 0,0  | 1      | 0,2  | 1         | 0,1  | 0         | 0,0  |                          |
| Graslandplanten                           | 54        | 8,2  | 27     | 4,4  | 24        | 3,4  | 13        | 2,1  |                          |
| Algemene kruiden                          | 28        | 4,3  | 8      | 1,3  | 8         | 1,1  | 9         | 1,4  |                          |
| Heide- en hoogveenplanten                 | 38        | 5,8  | 13     | 2,1  | 11        | 1,5  | 8         | 1,3  |                          |
| Moeras- en oeverplanten                   | 160       | 24,4 | 280    | 45,5 | 246       | 34,4 | 188       | 30,0 |                          |
| Waterplanten                              | 0         | 0,0  | 0      | 0,0  | 2         | 0,3  | 0         | 0,0  |                          |
| Planten van brakke en zoute standplaatsen | 1         | 0,2  | 0      | 0,0  | 0         | 0,0  | 0         | 0,0  |                          |
| Som boompollen                            | 321       | 49,0 | 249    | 40,4 | 396       | 55,3 | 380       | 60,6 |                          |
| Som niet-boompollen                       | 334       | 51,0 | 367    | 59,6 | 320       | 44,7 | 247       | 39,4 |                          |
| Getelde pollensom                         | 655       | .    | 616    | .    | 716       | .    | 627       | .    |                          |
| Pollenconcentratie (*1000 korrels/ml)     | 84        | .    | 845    | .    | 2.933     | .    | 120       | .    |                          |
| <b>Bomen van drogere gronden</b>          |           |      |        |      |           |      |           |      |                          |
| Zilverspar                                | .         | .    | 1      | 0,2  | .         | .    | .         | .    | Abies (B)                |
| Esdoorn                                   | .         | .    | .      | .    | .         | .    | +         | +    | Acer (B)                 |
| Berk                                      | 42        | 6,4  | 9      | 1,5  | 36        | 5,0  | 39        | 6,2  | Betula (B)               |
| Haagbeuk                                  | +         | +    | 1      | 0,2  | .         | .    | .         | .    | Carpinus betulus (B)     |
| Hazelaar                                  | 38        | 5,8  | 21     | 3,4  | 41        | 5,7  | 30        | 4,8  | Corylus (B)              |
| Beuk                                      | 3         | 0,5  | 8      | 1,3  | 5         | 0,7  | 1         | 0,2  | Fagus (B)                |
| Hulst                                     | 2         | 0,3  | .      | .    | .         | .    | .         | .    | Ilex aquifolium (B)      |
| Spar                                      | 2         | 0,3  | +      | +    | +         | +    | +         | +    | Picea (B)                |
| Den                                       | 15        | 2,3  | 9      | 1,5  | 6         | 0,8  | 33        | 5,3  | Pinus (B)                |
| Eik                                       | 46        | 7,0  | 33     | 5,4  | 38        | 5,3  | 22        | 3,5  | Quercus (B)              |
| Wegedoorn-groep                           | .         | .    | 1      | 0,2  | 7         | 1,0  | +         | +    | Rhamnus cathartica-groep |

| profiel<br>vondstnummer<br>laag<br>labcode (BX)<br>diepte in pollenbak (cm)<br>absoluut (N) / relatief (%) | 1.4<br>22<br>H8 basis<br>BX8954<br>14,5-15,5<br>N | %    | 1.4<br>22<br>H9 top<br>BX8955<br>18-19<br>N | %    | 1.4<br>22<br>H9 midden<br>BX8956<br>21-22<br>N | %    | 1.4<br>22<br>H10<br>BX8957<br>28,5-19,5<br>N | %    |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|------|--------------------------------|
| Sporkehout                                                                                                 | +                                                 | +    | 5                                           | 0,8  | 3                                              | 0,4  | .                                            | .    | Rhamnus frangula               |
| Gewone vlier-type                                                                                          | .                                                 | .    | 1                                           | 0,2  | 1                                              | 0,1  | 1                                            | 0,2  | Sambucus nigra-type (B)        |
| Linde                                                                                                      | 15                                                | 2,3  | 2                                           | 0,3  | 1                                              | 0,1  | 15                                           | 2,4  | Tilia (B)                      |
| Iep                                                                                                        | 8                                                 | 1,2  | 2                                           | 0,3  | 5                                              | 0,7  | 2                                            | 0,3  | Ulmus (B)                      |
| Gelderse roos-type                                                                                         | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | 2                                              | 0,3  | .                                            | .    | Viburnum opulus-type (P)       |
| <b>Bomen van nattere gronden</b>                                                                           |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                                |
| Els                                                                                                        | 133                                               | 20,3 | 133                                         | 21,6 | 235                                            | 32,8 | 232                                          | 37,0 | Alnus (B)                      |
| Es-type                                                                                                    | 1                                                 | 0,2  | 4                                           | 0,6  | 5                                              | 0,7  | .                                            | .    | Fraxinus excelsior-type (B)    |
| Populier                                                                                                   | 2                                                 | 0,3  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Populus (B)                    |
| Wilg                                                                                                       | 13                                                | 2,0  | 19                                          | 3,1  | 11                                             | 1,5  | 5                                            | 0,8  | Salix (B)                      |
| <b>Boskruiden</b>                                                                                          |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                                |
| Wilde kardinaalsmuts                                                                                       | .                                                 | .    | .                                           | .    | .                                              | .    | 1                                            | 0,2  | Euonymus europaeus (B)         |
| Klimop                                                                                                     | .                                                 | .    | .                                           | .    | .                                              | .    | +                                            | +    | Hedera helix (B)               |
| Wilde kamperfoelie-type                                                                                    | .                                                 | .    | .                                           | .    | +                                              | +    | .                                            | .    | Lonicera periclymenum-type (B) |
| Koningsvaren                                                                                               | 42                                                | 6,4  | 21                                          | 3,4  | 21                                             | 2,9  | 8                                            | 1,3  | Osmunda regalis (M)            |
| Eikvaren                                                                                                   | 6                                                 | 0,9  | 3                                           | 0,5  | 1                                              | 0,1  | 14                                           | 2,2  | Polypodium (M)                 |
| Adelaarsvaren                                                                                              | 4                                                 | 0,6  | 12                                          | 1,9  | 5                                              | 0,7  | 6                                            | 1,0  | Pteridium aquilinum (M)        |
| Maretak                                                                                                    | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Viscum album (B)               |
| <b>Cultuurgewassen</b>                                                                                     |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                                |
| Granen-type                                                                                                | .                                                 | .    | .                                           | .    | .                                              | .    | +                                            | +    | Cerealia-type                  |
| Gerst/Tarwe-type                                                                                           | +                                                 | +    | 1                                           | 0,2  | 1                                              | 0,1  | .                                            | .    | Hordeum/Triticum-type          |
| Tarwe-type                                                                                                 | .                                                 | .    | 1                                           | 0,2  | .                                              | .    | .                                            | .    | Triticum-type (B)              |
| <b>Planten van akkers en droge ruigten</b>                                                                 |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                                |
| Alsem                                                                                                      | +                                                 | +    | 1                                           | 0,2  | 1                                              | 0,1  | .                                            | .    | Artemisia (B)                  |
| Gewoon varkensgras-type                                                                                    | +                                                 | +    | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Polygonum aviculare-type       |
| <b>Graslandplanten</b>                                                                                     |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                                |
| Rolklaver                                                                                                  | .                                                 | .    | 1                                           | 0,2  | .                                              | .    | .                                            | .    | Lotus (B)                      |
| Addertong                                                                                                  | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Ophioglossum vulgatum (M)      |
| Smalle weegbree-type                                                                                       | 3                                                 | 0,5  | 3                                           | 0,5  | 4                                              | 0,6  | .                                            | .    | Plantago lanceolata-type (B)   |
| Grassenfamilie                                                                                             | 48                                                | 7,3  | 21                                          | 3,4  | 19                                             | 2,7  | 13                                           | 2,1  | Poaceae (B)                    |
| Scherpe boterbloem-type                                                                                    | .                                                 | .    | 1                                           | 0,2  | .                                              | .    | .                                            | .    | Ranunculus acris-type (B)      |
| Sterbladigenfamilie                                                                                        | 2                                                 | 0,3  | 1                                           | 0,2  | .                                              | .    | .                                            | .    | Rubiaceae (B)                  |
| Veldzuring-type                                                                                            | .                                                 | .    | .                                           | .    | 1                                              | 0,1  | .                                            | .    | Rumex acetosa-type (P)         |



| profiel<br>vondstnummer<br>laag<br>labcode (BX)<br>diepte in pollenbak (cm)<br>absoluut (N) / relatief (%) | 1.4<br>22<br>H8 basis<br>BX8954<br>14,5-15,5<br>N | %    | 1.4<br>22<br>H9 top<br>BX8955<br>18-19<br>N | %    | 1.4<br>22<br>H9 midden<br>BX8956<br>21-22<br>N | %    | 1.4<br>22<br>H10<br>BX8957<br>28,5-19,5<br>N | %    |                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------|---------------------------------------------|------|------------------------------------------------|------|----------------------------------------------|------|------------------------------|
| Blauwe knoop                                                                                               | +                                                 | +    | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Succisa pratensis (P)        |
| <b>Algemene kruiden</b>                                                                                    |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                              |
| Zwart hawmos                                                                                               | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Anthoceros punctatus (M)     |
| Schermbloemenfamilie                                                                                       | +                                                 | +    | 1                                           | 0,2  | 3                                              | 0,4  | .                                            | .    | Apiaceae (B)                 |
| Composietenfamilie lintbloemig                                                                             | 1                                                 | 0,2  | 1                                           | 0,2  | +                                              | +    | 2                                            | 0,3  | Asteraceae liguliflorae      |
| Composietenfamilie buisbloemig                                                                             | 3                                                 | 0,5  | 1                                           | 0,2  | +                                              | +    | 1                                            | 0,2  | Asteraceae tubuliflorae      |
| Kruisbloemenfamilie                                                                                        | 3                                                 | 0,5  | 2                                           | 0,3  | 1                                              | 0,1  | .                                            | .    | Brassicaceae (B)             |
| Distel/Vederdistel                                                                                         | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Carduus/Cirsium              |
| Anjerfamilie                                                                                               | 1                                                 | 0,2  | 1                                           | 0,2  | .                                              | .    | .                                            | .    | Caryophyllaceae (B)          |
| Ganzenvoetfamilie                                                                                          | 15                                                | 2,3  | 2                                           | 0,3  | 4                                              | 0,6  | 2                                            | 0,3  | Chenopodiaceae p.p. (B)      |
| Grote wederik-type                                                                                         | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Lysimachia vulgaris-type (B) |
| Kamille-type                                                                                               | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Matricaria-type (B)          |
| Duizendknoopfamilie                                                                                        | +                                                 | +    | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Polygonaceae                 |
| Ranonkelfamilie                                                                                            | .                                                 | .    | +                                           | +    | .                                              | .    | 2                                            | 0,3  | Ranunculaceae                |
| Land-/Watervorkje                                                                                          | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Riccia (M)                   |
| Schijnsparrie-type                                                                                         | .                                                 | .    | .                                           | .    | .                                              | .    | 2                                            | 0,3  | Spergularia-type (B)         |
| <b>Heide- en hoogveenplanten</b>                                                                           |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                              |
| Struikhei                                                                                                  | 14                                                | 2,1  | 7                                           | 1,1  | 4                                              | 0,6  | 1                                            | 0,2  | Calluna vulgaris (B)         |
| Gewone dophei-type                                                                                         | .                                                 | .    | 1                                           | 0,2  | +                                              | +    | .                                            | .    | Erica tetralix-type (M)      |
| Heifamilie (overig)                                                                                        | .                                                 | .    | .                                           | .    | .                                              | .    | +                                            | +    | Ericaceae (overig)           |
| Hazelaar/wilde gagel                                                                                       | 15                                                | 2,3  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Corylus/Myrica               |
| Wilde gagel                                                                                                | 8                                                 | 1,2  | 3                                           | 0,5  | 5                                              | 0,7  | +                                            | +    | Myrica gale (B)              |
| Veenmos                                                                                                    | 1                                                 | 0,2  | 2                                           | 0,3  | 2                                              | 0,3  | 7                                            | 1,1  | Sphagnum (M)                 |
| <b>Moeras- en oeverplanten</b>                                                                             |                                                   |      |                                             |      |                                                |      |                                              |      |                              |
| Grote engelwortel                                                                                          | .                                                 | .    | .                                           | .    | 2                                              | 0,3  | .                                            | .    | Angelica archangelica (P)    |
| Dotterbloem-type                                                                                           | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | .                                              | .    | .                                            | .    | Caltha-type (B)              |
| Cypergrassenfamilie                                                                                        | 89                                                | 13,6 | 197                                         | 32,0 | 146                                            | 20,4 | 43                                           | 6,9  | Cyperaceae (B)               |
| Niervaren-type                                                                                             | 69                                                | 10,5 | 78                                          | 12,7 | 85                                             | 11,9 | 141                                          | 22,5 | Dryopteris-type (M)          |
| Spirea                                                                                                     | .                                                 | .    | 3                                           | 0,5  | 12                                             | 1,7  | 1                                            | 0,2  | Filipendula (B)              |
| Moeraswolfsklauw                                                                                           | .                                                 | .    | .                                           | .    | .                                              | .    | 1                                            | 0,2  | Lycopodiella inundatum (M)   |
| Kattenstaart                                                                                               | .                                                 | .    | .                                           | .    | +                                              | +    | .                                            | .    | Lythrum (B)                  |
| Watertorkruid-groep                                                                                        | .                                                 | .    | 1                                           | 0,2  | .                                              | .    | .                                            | .    | Oenanthe aquatica-groep (P)  |
| Grote en Blonde egelskop-type                                                                              | 1                                                 | 0,2  | .                                           | .    | +                                              | +    | 1                                            | 0,2  | Sparganium erectum-type (P)  |

| profiel<br>vondstnummer<br>laag<br>labcode (BX)<br>diepte in pollenbak (cm)<br>absoluut (N) / relatief (%) | 1.4<br>22<br>H8 basis<br>BX8954<br>14,5-15,5<br>N | %   | 1.4<br>22<br>H9 top<br>BX8955<br>18-19<br>N | %   | 1.4<br>22<br>H9 midden<br>BX8956<br>21-22<br>N | %   | 1.4<br>22<br>H10<br>BX8957<br>28,5-19,5<br>N | %    |                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----|---------------------------------------------|-----|------------------------------------------------|-----|----------------------------------------------|------|--------------------------------|
| Kleine lisdodde                                                                                            | .                                                 | .   | 1                                           | 0,2 | 1                                              | 0,1 | .                                            | .    | Typha angustifolia             |
| Grote lisdodde-type                                                                                        | .                                                 | .   | .                                           | .   | +                                              | +   | 1                                            | 0,2  | Typha latifolia-type (B)       |
| <b>Waterplanten</b>                                                                                        |                                                   |     |                                             |     |                                                |     |                                              |      |                                |
| Eendenkroosfamilie                                                                                         | .                                                 | .   | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Lemnaceae (B)                  |
| Kransvederkruid                                                                                            | .                                                 | .   | +                                           | +   | 2                                              | 0,3 | +                                            | +    | Myriophyllum verticillatum (B) |
| Plomp                                                                                                      | .                                                 | .   | .                                           | .   | .                                              | .   | +                                            | +    | Nuphar (B)                     |
| Waterlelie                                                                                                 | .                                                 | .   | .                                           | .   | +                                              | +   | .                                            | .    | Nymphaea (B)                   |
| <b>Algen</b>                                                                                               |                                                   |     |                                             |     |                                                |     |                                              |      |                                |
| Groenwier-genus Botryococcus                                                                               | 2                                                 | 0,3 | .                                           | .   | .                                              | .   | 3                                            | 0,5  | Botryococcus                   |
| Groenwier-genus Mougeotia                                                                                  | 1                                                 | 0,2 | .                                           | .   | .                                              | .   | 1                                            | 0,2  | Mougeotia                      |
| Groenwier-genus Pediastrum                                                                                 | 8                                                 | 1,2 | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Pediastrum                     |
| Groenwier-familie Volvocaceae (T.128A)                                                                     | 9                                                 | 1,4 | 3                                           | 0,5 | 1                                              | 0,1 | 67                                           | 10,7 | Volvocaceae                    |
| Groenwier-familie Volvocaceae (T.128B)                                                                     | 1                                                 | 0,2 | 1                                           | 0,2 | 1                                              | 0,1 | 1                                            | 0,2  | Volvocaceae                    |
| Groenwier-familie Zygnemataceae                                                                            | 3                                                 | 0,5 | 1                                           | 0,2 | .                                              | .   | 6                                            | 1,0  | Zygnemataceae                  |
| <b>Planten van brakke en zoute standplaatsen</b>                                                           |                                                   |     |                                             |     |                                                |     |                                              |      |                                |
| Gerande/Zilte schijnspurrie                                                                                | 1                                                 | 0,2 | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Spergularia media/salina       |
| Engels gras/Lamsoor                                                                                        | +                                                 | +   | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Armeria/Limonium               |
| <b>Mariene microfossielen</b>                                                                              |                                                   |     |                                             |     |                                                |     |                                              |      |                                |
| Aulacodiscus argus (diatomee)                                                                              | 2                                                 | 0,3 | +                                           | +   | .                                              | .   | .                                            | .    | Aulacodiscus argus             |
| cf. Cymatiosphaera , dinoflagellaat (T.116)                                                                | 1                                                 | 0,2 | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | cf. Cymatiosphaera             |
| Dinoflagellaat (marien plankton)                                                                           | 1                                                 | 0,2 | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Dinoflagellaat                 |
| Podosira stelliger, diatomee (T.5085)                                                                      | 19                                                | 2,9 | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Podosira stelliger             |
| <b>Overige microfossielen</b>                                                                              |                                                   |     |                                             |     |                                                |     |                                              |      |                                |
| Diatomee, fragment                                                                                         | .                                                 | .   | 1                                           | 0,2 | .                                              | .   | .                                            | .    |                                |
| Closterium idiosporum (T.60)                                                                               | 1                                                 | 0,2 | .                                           | .   | .                                              | .   | .                                            | .    | Closterium idiosporum          |
| Zeefplaat uit houtvat (T.114)                                                                              | 24                                                | 3,7 | 11                                          | 1,8 | 11                                             | 1,5 | 9                                            | 1,4  |                                |
| Sponsnaalden (T.220/T.424)                                                                                 | +++                                               | +++ | 16                                          | 2,6 | +                                              | +   | 1                                            | 0,2  | Spongillidae                   |
| Type 729                                                                                                   | .                                                 | .   | .                                           | .   | 2                                              | 0,3 | .                                            | .    |                                |
| Verkooldde plantenresten                                                                                   | +++                                               | +++ | ++                                          | ++  | +                                              | +   | +++                                          | +++  |                                |
| Indet                                                                                                      | 10                                                | 1,5 | 4                                           | 0,6 | 1                                              | 0,1 | 9                                            | 1,4  |                                |

**Bijlage 11** Koolkerke-Zagersweg, resultaten van het botanische macrorestenonderzoek. Alle resten zijn onverkoold, tenzij anders aangegeven.  
Verklaring: v = verkoold, . = afwezig, + = 1-10 resten, ++ = 11-100 resten, +++ = >100 resten, ++++ = >1000 resten.

| profiel                                      | 1.1       | 1.1   | 1.3  | 1.3   | 1.4       | 1.4       | 1.4                                    |
|----------------------------------------------|-----------|-------|------|-------|-----------|-----------|----------------------------------------|
| staal                                        | V11       | V11   | V13  | V13   | V23       | V23       | V23                                    |
| diepte in pollenbak (cm)                     | 16,5-19,5 | 46-49 | 7-11 | 11-14 | 24-26     | 26-29     | 29-31                                  |
| laag                                         | H9 basis  | H11   | H1   | H1    | H9 midden | H9 midden | H9 midden                              |
| <b>Bomen</b>                                 |           |       |      |       |           |           |                                        |
| Berk, vrucht                                 | .         | 1     | .    | .     | .         | .         | Betula                                 |
| Els, houtskool                               | .         | 1     | .    | .     | .         | .         | Alnus glutinosa                        |
| Els, vrucht                                  | 2         | .     | .    | .     | .         | .         | Alnus glutinosa                        |
| Gewone es?, houtskool                        | .         | .     | .    | .     | .         | 3         | cf. Fraxinus excelsior                 |
| Sporkehout, fragment                         | 2         | .     | .    | .     | .         | .         | Frangula alnus                         |
| Wilg, houtskool                              | .         | +     | .    | .     | .         | .         | Salix                                  |
| <b>Planten van zomen en ruigten</b>          | .         | .     | .    | .     | .         | .         |                                        |
| Gewone braam, fragment                       | .         | 1     | 1    | .     | .         | .         | Rubus fruticosus                       |
|                                              | .         | .     | .    | .     | .         | .         |                                        |
| <b>Planten van heide- en hoogveenmilieus</b> |           |       |      |       |           |           |                                        |
| Struikhei/Dophei, bloem                      | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | Calluna/Erica                          |
| Veenmos, blad                                | +         | .     | .    | .     | .         | .         | Sphagnum                               |
|                                              | .         | .     | .    | .     | .         | .         |                                        |
| <b>Planten van oevers en moerassen</b>       |           |       |      |       |           |           |                                        |
| Blaartrekkende boterbloem                    | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | Ranunculus sceleratus                  |
| Heen                                         | .         | 2     | .    | .     | .         | .         | Bolboschoenus maritimus                |
| Koninginnekruid                              | .         | .     | .    | .     | .         | 1         | Eupatorium cannabinum                  |
| Pluimzegge/Paardenhaarzegge/Ronde zegge      | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | Carex paniculata/appropinquata/diandra |
| Riet (v)                                     | 3         | .     | .    | .     | .         | .         | Phragmites australis                   |
| Stijve zegge                                 | .         | 1     | .    | .     | .         | .         | Carex elata                            |
| Torkruid, endosperm                          | .         | 1     | .    | .     | .         | .         | Oenanthe                               |
| Wateraardbei                                 | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | Comarum palustris                      |
| Waterweegbree, embryo                        | .         | .     | .    | .     | 1         | .         | Alisma                                 |
| Wolfspoot                                    | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | Lycopus europaeus                      |
|                                              | .         | .     | .    | .     | .         | .         |                                        |
| <b>Waterplanten</b>                          |           |       |      |       |           |           |                                        |
| Weegbreefonteinkruid                         | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | Potamogeton coloratus                  |
|                                              | .         | .     | .    | .     | .         | .         |                                        |
| <b>Planten van schorren</b>                  |           |       |      |       |           |           |                                        |

| profiel                                 | 1.1       | 1.1   | 1.3  | 1.3   | 1.4       | 1.4       | 1.4       |                         |
|-----------------------------------------|-----------|-------|------|-------|-----------|-----------|-----------|-------------------------|
| staal                                   | V11       | V11   | V13  | V13   | V23       | V23       | V23       |                         |
| diepte in pollenbak (cm)                | 16,5-19,5 | 46-49 | 7-11 | 11-14 | 24-26     | 26-29     | 29-31     |                         |
| laag                                    | H9 basis  | H11   | H1   | H1    | H9 midden | H9 midden | H9 midden |                         |
| Klein schorrenkruid?, fragment          | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | .         | cf. Suaeda maritima     |
| Strandmelde?                            | 1         | .     | .    | .     | .         | .         | .         | Atriplex cf. littoralis |
| .                                       | .         | .     | .    | .     | .         | .         | .         |                         |
| <b>Niet in te delen planten</b>         |           |       |      |       |           |           |           |                         |
| Melde                                   | .         | 1     | .    | .     | .         | .         | .         | Atriplex                |
| .                                       | .         | .     | .    | .     | .         | .         | .         |                         |
| <b>Overige plantaardige resten</b>      |           |       |      |       |           |           |           |                         |
| Gedegradeerd veen, brokjes              | .         | .     | +++  | ++++  | +++       | +++       | +++       |                         |
| Wortelepidermis                         | .         | .     | +    | +     | .         | .         | .         |                         |
| Wortelhout                              | .         | .     | .    | +     | .         | .         | +         |                         |
| Worteltjes                              | .         | .     | +    | +     | ++        | .         | +         |                         |
| .                                       | .         | .     | .    | .     | .         | .         | .         |                         |
| <b>Overige niet plantaardige resten</b> |           |       |      |       |           |           |           |                         |
| Bodemschimmel, sclerotia                | .         | .     | .    | .     | +         | .         | .         | Cenococcum geophilum    |
| Watervlo, rustei                        | .         | .     | .    | +     | +         | .         | .         | Daphnia                 |