



HUIS
VAN
HILDE

Archeologiemuseum
Noord-Holland

Noord-Hollandse
Archeologische
Publicaties - 19

Het ontstaan van de Zaan

Een geologische, archeologische,
paleo-ecologische en historische
analyse

Peter Vos



Provincie
Noord-Holland

Dit is een publicatie in de reeks 'Noord-Hollandse Archeologische Publicaties'. Met deze reeks beoogt de provincie archeologisch onderzoek voor een breed publiek toegankelijk te maken. De publicaties betreffen wetenschappelijk onderzoek (zowel syntheses, uitwerkingen van oud onderzoek als thematische studies), basisrapportages van recent archeologisch onderzoek, publiksbrochures en publiksboeken. Alle publicaties, behalve de publiksboeken, zijn kosteloos online beschikbaar via: <https://collectie.huisvanhilde.nl/>. De museumwinkel van Archeologiemuseum Huis van Hilde in Castricum verkoopt een selectie uit de reeks archeologische publicaties (www.huisvanhilde.nl).



Hollandia Archeologen

ZNSTD

Omslag: Koog a.d. Zaan, 1900-1905, door: S. Bakker Jz. Noord-Hollands Archief, Collectie: 162 - prentbriefkaarten van de Provinciale Atlas Noord-Holland, inventarisnr 28073.

Uitgave: provinciebestuur Noord-Holland, Castricum 2026

De uitgever heeft getracht alle rechthebbenden van het illustratiemateriaal te achterhalen. Mochten personen of instanties desondanks van mening zijn dat rechten niet zijn gehonoreerd, kunnen zij contact opnemen met de uitgever.

ISBN/EAN: 9789492428202

Tekstredactie: tempo rubato

Vormgeving: Buro Bookmark

Druk: The Creative Hub | Provincie Noord-Holland, Powered by Canon

Noord-Hollandse
Archeologische
Publicaties - 19

Het ontstaan van de Zaan

Een geologische, archeologische, paleo-ecologische
en historische analyse

Peter Vos

Het maken van een landschapsreconstructie is een "vier dimensionale puzzel"
waarbij je zelf je puzzelstukjes samenstelt.



Impressie van de vegetatie in het Zaanse hoogveenlandschap zoals dat er in de prehistorie uit moet hebben gezien: een vrijwel boomloos, zeer nat landschap, gedomineerd door roodbruine veenmossen, dopheide en soorten als snavel-, en veenbies. Deze vegetatie lag enkele meters boven het toenmalige zeeniveau en werd uitsluitend gevoed door regenwater, dat van nature mineraaleloos is een pH heeft van 5 tot 5,5. Hier en daar in het landschap zijn poelen en meertjes aanwezig waarin zich regenwater verzamelt. (foto Rob van Eerden).



Impressie van het rietveenlandschap dat in de Prehistorie aan de oevers van de Zaan heeft gestaan. Het rietveen werd regelmatig overstroomd met mineraalrijk water en had een pH van 7 of meer. Dit eutrofe veen, ook wel laagveen genoemd, bestond hoofdzakelijk uit de plantensoorten riet en zegge. Bomen en struiken kwamen er niet of weinig in voor. In het kustgebied van Noord-Holland kwamen de rietveenmoerassen voor in de relatief laaggelegen afwateringsbanen tussen de hoogveenkoepels en aan de landwaartse zijde van de getijdengebieden. Het kustrietveen kon incidentele overstrooming van zeewater verdragen. (foto E. Tarragona, Deltebre, L'Encanyssada 2, Saxifraga-Jan van der Straaten; bewerking Buro Bookmark).

Voorwoord

Het onderzoek naar het ontstaan van de Zaan vloeit voort uit de vernieuwing van de Wilhelminasluis in Zaandam. Dit was weer een onderdeel van het programma 'Vaart in de Zaan!' dat als doel had de bevaarbaarheid van de Zaan te verbeteren. De provincie Noord-Holland zette met het programma in op een verschuiving van het vervoer over de weg naar meer vervoer over het water en een verbetering van de leefbaarheid in de regio. In het kader van 'Vaart in de Zaan!' werkte de provincie Noord-Holland samen met de gemeenten Zaanstad en Wormerland, het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Rijkswaterstaat, de Kamer van Koophandel, Eigen Vervoerders Organisatie EVO en Koninklijke Schuttevaer.

De Zaan is een belangrijke vaarroute voor de beroepsvaart tussen het Noordzeekanaal, de Zaanstreek en de Kop van Noord-Holland. De Wilhelminasluis geeft vanaf het Noordzeekanaal toegang tot de Zaan. De sluis was sinds de aanleg in 1903 in eigendom en beheer bij het hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier maar dit is in 2010 overgenomen door de provincie Noord-Holland. De sluis had ter plaatse van de Wilhelminabrug en de Beatrixbrug een maximale doorvaart breedte van 12 meter. De lengte van de kolk bedroeg 120 meter. Voor de binnenvaartschepen van de toekomst was dit niet voldoende. Ook moest de sluis dieper worden zodat zwaardere beladen schepen zouden kunnen passeren. Verder was de vormgeving van de sluiskolk ('komsluis') niet meer van deze tijd; de sluis was na meer dan 100 jaar aan vervanging toe. De provincie Noord-Holland heeft daarom de sluis in 2019-2020 laten uitbaggeren en vervangen door een volledige nieuwe schutsluis met een doorvaartbreedte van 14 meter, een kolk lengte van circa 156 meter en een drempeldiepte van 4,7 meter.

De Wilhelminasluis ligt in de oude dam in de Zaan, waar in de 12de en 13de eeuw Zaandam is ontstaan en waarnaar de stad is vernoemd. De verwachting was dan ook dat bij het uitbaggeren belangrijke archeologische vondsten aangetroffen zouden kunnen worden. Om die reden stelde de gemeente Zaanstad archeologisch onderzoek verplicht. Dit is, in opdracht van de provincie, uitgevoerd door archeologisch onderzoeksbureau Hollandia Archeologen, Zaandijk.

In verband met de scheepvaart was het niet mogelijk om voorafgaand aan de baggerwerkzaamheden archeologisch

veldwerk te doen. De werkzaamheden konden alleen archeologisch worden begeleid, dat wil zeggen dat de archeologen de vondsten uit de uitgebaggerde grond mochten verzamelen maar geen uitgebreide tekeningen konden maken van de positie van de vondsten in de bodem. Dit verzamelen leverde meer dan 400.000 vondsten op. Om toch te weten te komen welke vondsten van welke diepte en uit welke grondlaag kwamen, zijn naast de sluis, tussen de Oostkade en Zuiddijk, in feite in de oude Zaanoevers, boringen gezet om een idee te krijgen van de bodemopbouw rond de sluis en om vast te stellen welk soort scherven in de verschillende bodemlagen aanwezig waren.

Omdat de boringen ook dienden om een landschappelijk kader te bieden aan de analyse van de gehele archeologische collectie uit de sluis, is eveneens ecologisch onderzoek gedaan naar de zaden, pollen en andere botanische resten in de boringen. Daarmee kon het vroegere landschap worden gereconstrueerd. Dit leverde zodanig belangwekkende informatie op dat tijdens besprekingen van de resultaten van dit booronderzoek tussen de geoloog van de Geologische Dienst Nederland – TNO, Hollandia Archeologen, Zaandijk, de gemeente Zaanstad en de provincie Noord-Holland besloten werd het onderzoek verder uit te breiden langs de gehele Zaan, om zo het ontstaan en de ontwikkeling van deze rivier vast te stellen. Gefinancierd door zowel Zaanstad als de provincie Noord-Holland zijn vanaf de Voorzaan in het zuiden tot in de Starnmeer in het noorden, op beide Zaanoevers, meer dan 80 boringen gezet die allemaal minutieus werden geanalyseerd en gedateerd. Zo kon voor het eerst in Nederland wetenschappelijk goed onderbouwd de ontstaansgeschiedenis van een veenrivier worden vastgesteld. Het onderzoek en het rapport 'Het ontstaan van de Zaan' zijn daarmee niet alleen belangrijk voor het onderzoek naar de geschiedenis van de Zaanstreek of Noord-Holland, maar voor heel het Nederlandse veengebied. Inmiddels wordt een soortgelijk onderzoek verricht naar het ontstaan en de ontwikkeling van de Amstel.

Het idee om de serie rapporten over de vondsten uit de Wilhelminasluis te openen met een rapport over het landschap en de ecologie van de Zaan past goed bij het doel van de publicaties in de Huis van Hilde-reeks. Die zijn immers primair bedoeld om archeologische vondsten en collecties

'toegankelijk' te maken, zoals aangeduid in de Erfgoedwet (art. 5.8). Daarnaast is het beleid van de provincie om met archeologische kennis en collecties zowel het omgevingsbeleid van gemeenten als het onderzoek van archeologische bedrijven te voeden. In de Huis van Hilde reeks kunnen bijvoorbeeld niet eerder gepubliceerde onderzoeken worden opgenomen, materiaalstudies worden gepubliceerd, syntheses (per regio, periode of materiaal categorie) worden opgesteld of kan de relatie worden gelegd tussen archeologische collecties en specifieke provinciale beleidsthema's of projecten, zoals provinciale wegen of provinciale monumenten. Hiermee wordt het beleidsterrein archeologie onderdeel van het gehele provinciale beleid inzake 'omgevingskwaliteit'.

Rylana Seelen
Directeur Huis van Hilde

Dankwoord

De publicatie *Het ontstaan van de Zaan* is mogelijk gemaakt dankzij de inhoudelijke inzet van Rob van Eerden van de provincie Noord-Holland en Piet Kleij van de gemeente Zaanstad, en de financiële steun die de provincie en de gemeente aan het onderzoeksproject geleverd hebben. De projectleiding was in handen van Pieter Floore van Hollandia Archeologen, Zaandijk. Ik bedank hem hierbij voor de projectcoördinatie en het meedenken over de uitvoering van het onderzoek. Een speciaal woord van dank komt toe aan Steven Vermoolen (Hollandia Archeologen, Zaandijk) voor zijn assistentie bij het veldonderzoek langs de Zaan.

De boorfirma's SialTech Europe uit Houten en Ground Research uit Wormerveer ben ik schatplichtig voor de uitvoering van sonicdrill boringen op de respectievelijke boorlocaties langs de Wilhelminasluis en bij de Oostzijderkerk.

Het project heeft dankbaar gebruikgemaakt van de paleo-ecologische bijdragen van enkele collega's. Wat betreft de pollen-dateringsscans geldt dat voor Frans Bunnik (†) en Irene Waajen-Labee, beiden van de Geologische Dienst Nederland -TNO; voor de bepalingen van het paleomilieu met diatomeeën betreft het Aleksandra Cvetkoska van Waardenburg Ecology. Nikki Trabucho en Armin Menkovic (beiden GDN-TNO) ben ik dankbaar voor de ondersteuning bij de samenstelling van de afbeeldingen en Jenny Hettelaar (eveneens GDN-TNO) voor het maken van de locatiekaarten en het vernieuwen van de paleogeografische kaartreconstructies voor de Oer-IJ regio.

Dank tenslotte aan Asker Pelgrom (tempo rubato) en Juliette Pasveer (Buro Bookmark) voor respectievelijk de redactie en de vormgeving van deze publicatie.

Peter Vos, 2026

Inhoudsopgave

Voorwoord	7
Dankwoord	9
Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied	15
Samenvatting	17
Summary	21
1 Inleiding	23
2 Het ontstaan van de Zaan in de literatuur	27
3 Historische informatie over de Dam in de Zaan	29
4 Laboratoriumonderzoek	33
4.1 ¹⁴ C-dateringen	33
4.2 Tijdwaarderende pollenscan	33
4.3 Diatomeeënonderzoek	34
5 Geolandschappelijk onderzoek aan de boringen bij de Wilhelminasluis	37
5.1 Inleiding	37
5.2 Het booronderzoek en boorbeschrijvingen	37
5.3 Geologische profielen	39
5.4 Archeologisch vondstmateriaal	41
5.5 Resultaten dateringsonderzoek	41
5.5.1 Resultaten van de ¹⁴ C-bepalingen	42
5.5.2 Chronostratigrafische waarderende pollenscan	45
5.5.3 Archeologische dateringen	46
5.6 Conclusies	47
6 Geo-archeologisch en paleolandschappelijk onderzoek aan de Oostzijderkerk-boringen	49
6.1 Inleiding	49
6.2 Het booronderzoek	50
6.3 Sonderingen Oostzijderkerk	50
6.4 Geologisch profiel	50

6.5	Overzicht van de uitgenomen monsters voor daterings- en paleo-ecologisch onderzoek	55
6.5.1	Kerkboring B25B3051 (maaiveld = 1,88 m +NAP)	55
6.5.2	Boring buiten de kerk B25B3049 (maaiveld = 0,66 m +NAP)	55
6.6	Resultaten van het ¹⁴ C-onderzoek	55
6.7	Resultaten tijdwaarderende pollenscan	56
6.7.1	Resultaten	57
6.8	Resultaten van het diatomeeënonderzoek	57
6.8.1	Monsternummer 1: boring B25B3051, OKo2a:357-358	57
6.8.2	Monsternummer 2: boring B25B3051, OKo2a:359-360	58
6.8.3	Monsternummer 3: boring B25B3049, KBo2:349	58
6.8.4	Monsternummer 4: boring B25B3049, KBo2:386	58
6.9	Paleolandschappelijke interpretatie	59
6.10	Resultaten van het vondstmateriaal uit de boormonsters in en rond de Oostzijderkerk	60
6.11	Geo- en archeolandschappelijke conclusies van het onderzoek bij de Oostzijderkerk	60
7	Geolandschappelijk onderzoek aan de boringen bij de Oude Scheepswerven Zaandam	63
7.1	Inleiding	63
7.2	Boorbeschrijving SWO3	64
7.3	Resultaten dateringsonderzoek	65
7.4	Pollentijdwaarderingscan	65
7.4.1	Monster SWO3:343-337	65
7.4.2	Monster SWO3:373-377	65
7.4.3	Monster SWO3:430-433	66
7.4.4	Monster SWO3:463-467	66
7.5	Paleolandschappelijke betekenis van de tijdwaarderende pollenscan	66
7.6	Geo- en archeolandschappelijke conclusies Oude Scheepswerven Zaandam	67
8	Booronderzoek in de Engewormer- en de Starnmeerpolders	69
8.1	Inleiding	69
8.2	Resultaten van het booronderzoek	69
8.2.1	Engewormer	69
8.2.2	Starnmeer	69
8.3	Geolandschappelijke conclusies van het onderzoek in de Engewormer- en Starnmeerpolders	71
9	Daterings- en paleo-ecologisch onderzoek langs de Zaan	75
9.1	Inleiding	75
9.2	Resultaten daterings- en paleo-ecologisch onderzoek uit de boormonsters langs de Zaan	75
9.2.1	Zaanboring ZBo1	78
9.2.2	Zaanboring ZBo2	78
9.2.3	Zaanboring ZBo3	80

9.2.4 Zaanboring ZBo4	80
9.2.5 Zaanboring ZBo5	82
9.2.6 Zaanboring ZBo6	82
9.2.7 Zaanboring ZBo7	84
9.2.8 Zaanboring ZBo8	84
9.2.9 Zaanboring ZBo9	86
9.2.10 Zaanboring ZB10	86
9.2.11 Zaanboringen ZB11 t/m ZB14	88
9.3 Starnmeerboring SMog	89
9.4 De boring bij De Bonte Hen (BH)	90
9.5 Boringen bij de Wilhelminasluis (WSBo2, WSBo3 en WSB18)	90
9.6 Ouderdom van de overgang oligotroof naar eutroof veen langs de Zaan op basis van ¹⁴ C-dateringen	92
10 Synthese: de landschapsgeschiedenis van de Zaan en de Zaanstreek	99
10.1 Geologie van de oudere, dieperliggende afzettingen	99
10.2 De vorming van het Hollandveen	99
10.3 Het ontstaan van de Zaan	100
10.4 De laatste fase van de Hollandveenvorming langs de Zaan	101
10.5 Verdieping van de Zaangeul	102
10.6 Oude veenrivieren in de Engewormer- en Starnmeerpolders?	103
10.7 Gevolgen van De Dam in de Zaan	103
10.8 De ophogingslaag van de Oostzijderkerk	104
10.9 De ondergrond van de Oude Scheepswerven Zaandam	104
11 Paleogeografie van de Zaanstreek	107
12 Aanbevelingen voor vervolgonderzoek	115
Bronnen en literatuur	117
Fotobijlage	119
Onderzoek Wilhelminasluis (WS)	120
Onderzoek Oostzijderkerk (OK)	141
Onderzoek Oude Scheepswerven Zaandam (OSW)	148
Onderzoek Starnmeer (SM) en Engewormer (EW)	152
Boringen langs de Zaan (ZB) en laboratoriumbemonstering	156

Administratieve gegevens van het onderzoeksgebied

Objectnaam:	Ontstaan van de Zaan; geologisch en paleolandschappelijk onderzoek
Gemeente:	Zaanstad
Provincie:	Noord-Holland
Einddatum:	2026
Centrumcoördinaten:	115.000 / 500.000
Uitvoerende partij:	Hollandia Archeologen, Zaandijk
Opdrachtgever:	Provincie Noord-Holland Gemeente Zaanstad

Samenvatting

Het onderzoeksproject naar de ontstaansgeschiedenis van de Zaan is een geïntegreerd geologisch, archeologisch en historisch project dat is opgebouwd uit een aantal deelprojecten.

Het multidisciplinaire onderzoek naar de Zaan is gestart in 2020 bij de Wilhelminasluis (of 'Zaanse Sluizen') in Zaandam. In het kader de vernieuwing van de Wilhelminasluis – uitgevoerd onder leiding van de provincie Noord-Holland in de jaren 2017 tot 2020 – is archeologisch vooronderzoek uitgevoerd door Hollandia Archeologen, Zaandijk.¹ Het geo-archeologisch en paleolandschappelijk onderzoek naar de geschiedenis van de Zaan in dit rapport vormt daar het vervolg op.

Het Wilhelminasluisproject is – mede op initiatief van de gemeente Zaanstad – uitgebreid naar de natuurlijke Zaanse ondergrond en de bovenliggende antropogene afzettingen bij de Oostzijderkerk (2022) en de Oude Scheepswerven Zaandam (2023). Vervolgens is in 2022 en 2023 in de droogmakerijen Starnmeer en Engewormer een geologische verkenning uitgevoerd om de vraag te beantwoorden of daar onder de meerbodemaafzettingen nog resten van veenrivieren aanwezig waren die verbinding hadden met de Zaan.

Om de ontstaansgeschiedenis van de gehele veenrivier de Zaan tussen het IJ en het Starnmeer te kunnen reconstrueren is in opdracht van de provincie Noord-Holland en de gemeente Zaanstad in 2024 en 2025 een aanvullend booronderzoek uitgevoerd aan weerszijden van de Zaan. Doel was door middel van boormonsters de oeverafzettingen van de Zaan te dateren en inzicht te krijgen in de waterkwaliteit ten tijde van de vorming van deze afzettingen. Dit onderzoek is in 2025 nog uitgebreid met een vijftal boringen om aanvullende daterings- en paleo-ecologische gegevens te verkrijgen. De locaties van de boringen en de onderzochte deelgebieden zijn weergegeven in afb. 1.1.

Het geologisch onderzoek langs de Zaan en in de deelgebieden is uitgevoerd door middel van mechanische boringen en handboringen. Met alle kennis over de geologie, paleo-ecologie en ouderdom van de ondergrond, opgedaan tijdens de verschillende deelprojecten tussen 2020 en 2025, is het paleolandschap langs de Zaan gereconstrueerd.

In dit rapport worden eerst de onderzoeksresultaten per deelprojectgebied besproken. Vervolgens wordt in het slothoofdstuk de landschapssynthese van het ontstaan van de Zaan en de Zaanstreek behandeld. Deze geschiedenis

wordt in beeld gebracht door middel van een serie paleo-geografische kaarten van de regio (afb. 11.2 t/m afb. 11.13).

De Zaan, die oorspronkelijk bestond uit twee riviertjes, een Noordelijke en een Zuidelijke Zaan, was een veenrivier die stroomde door een groot veenlandschap dat zich tijdens het Holoceen in Noord-Holland had gevormd. Uit het omvangrijke paleolandschappelijk onderzoek komt naar voren dat de vorming van het Hollandveenpakket bij Zaandam begint in de periode tussen ca. 3300 en 3100 v.Chr. Het Hollandveen ligt op de oude getijdenafzettingen van het Wormer Laagpakket; de top van dit laagpakket ligt op een diepte van 4,2 tot 4,5 m – NAP. Tijdens de eerste fase van de veenvorming bestond het veen uit eutroof rietveen (voedselrijk laagveen), dat incidenteel met voedselrijk water werd overstroomd. Honderden jaren later (in de periode tussen ca. 2750 en 3065 v.Chr.) veranderde dit. Het veen in de Zaanstreek werd oligotroof (er vond hoogveenvorming plaats) en werd alleen nog gevoed door voedselarm regenwater. Door plantengroei en het vasthouden van water groeide het veen hoog op tot vele meters boven NAP. De aangroei van het veen was niet gelijkmatig. Op sommige plaatsen ging het sneller en vormden zich grote 'hoogveenkeupels' of 'veenkussens'. De twee grootste hoogveenkeupels van de Zaanstreek omvatten de gebieden die nu de Polder Westzaan en de Oostzaner Polder heten.

Tussen de hoogveenkeupels ontwikkelden zich 'afwateringsbanen' met daarin kleine veenriviertjes – zoals de Zaan, Wormer, Bamestra, Ghispe (Jisp) en Purmer – en stagnerende waterplassen (meerstallen). Op momenten van grote waterafvoer, in perioden met intensieve regenval (met name in de winter) vond daar ook overlandflow plaats (overstroming van laaggelegen land).

De veenriviertjes van de Zaanstreek waterden af op het Oer-IJ. Aan de noordkant van de Zaanstreek liep de veendrainage van de veenriviertjes Wormer en Noordelijke Zaan via de Stierop naar de hoofdgeul de Dije, in het mondingsgebied tussen Castricum en Uitgeest. Aan de zuidkant waterde de Zuidelijke Zaan af op de hoofdgeul van het Oer-IJ, die liep van Castricum, via Velsen naar Amsterdam (afb. 2.1).

Tijdens Extreem Hoge Waterstanden (EHW), die zich bij storm op zee in het mondingsgebied van het Oer-IJ voordeden, werden de randgebieden van het veen overstroomd,

waaronder ook de relatief laaggelegen afwateringsbanen en veenriviertjes tussen de hoogveenkoepels.

Bij nog hogere EHW-standen in het getijdengebied van het Oer-IJ konden ook delen van de oligotrofe veenrandgebieden en de relatief laaggelegen afwateringsbanen met veenriviertjes tussen de hoogveenkoepels overstroomd worden met voedselrijk water. Als dit gebeurde, veranderden daar de veenvormingscondities en vormde zich eutroof veen dat vaak ook iets kleiig was.

Van de oorspronkelijke veenriviertjes tussen de hoogveenkoepels worden geen resten meer teruggevonden. De geulafzettingen van de eerste kleine veenriviertjes zijn geheel verdwenen door latere erosie van de Zaan of door meerafslag, zoals het geval was in de Starnmeer en de Engewormer. De globale ligging en ouderdom van de veenrivier de Zaan kan alleen worden vastgesteld door oeverafzettingen te bestuderen die wel bewaard zijn gebleven. Deze oeverafzettingen of 'overslaggronden' werden gevormd wanneer de Zaanrivier zijn oevers regelmatig overstroomde met voedselrijk water. Langs de Noordelijke en Zuidelijke Zaan bestaan de overslaggronden uit venige kleien, (iets) kleiige venen en rietvenen.

Uit het diatomeeënonderzoek, uitgevoerd aan de oeverafzettingen van de Zaan, komt naar voren dat het overstromingswater van de overslaggronden tot de Vroege Middeleeuwen zoet tot licht brak was. Er was sprake van beperkte mariene invloed in het zoete veenachterland langs de Zaan. De licht brakke tolerantie van de diatomeeën bevestigt dat het veen door opgestuwd water vanuit zee incidenteel overstroomd werd.

De ouderdom van de venige Zaanoevers is bepaald met behulp van de radioactieve koolstofmethode (¹⁴C-methode). Door de top van het onderliggende oligotrofe veen en de basis van de eutrofe venige oeverafzettingen te dateren kon per monsterlocatie de ouderdom van de veenomslag oligotroof-eutroof bepaald worden en daarmee de invloed van de Zaan op de veenvorming. In dit rapport wordt bij de beschrijving van de ouderdom van de veenlagen altijd de aanduiding 'rond' of 'ca.' toegevoegd, om aan te geven dat het een geschatte ouderdom betreft (*best guess*), gebaseerd op de 2-sigma betrouwbaarheidsrange die in alle gepresenteerde ¹⁴C-tabellen gegeven wordt.

De dateringsmonsters zijn genomen uit boorkernen die gestoken zijn aan de west- en oostzijde van de Zaan (af . 1.1). Uit het dateringsonderzoek komt naar voren dat de oudste omslag van oligotroof veen naar rietveen bij de Zaan plaatsvond rond 2000 v.Chr. Deze veenomslag deed zich voor ter hoogte van boringen ZBo4, ZBo3 en ZBo7 (bij Wormerveer), in het middelste deel van de huidige Zaan. Zowel aan de noordkant (boringen ZBo5 en ZBo6) als de zuidkant van de Zaan (boringen WSB02, WSB03 en WSB18) is de omslag van het veen veel later gedateerd, namelijk rond 600 v.Chr.

Deze dateringsresultaten wijzen erop dat:

1. Het overstromingswater in het gebied van de Zaan bij Wormerveer rond 2000 v.Chr. vanuit het westen, vanuit het noordelijk deel van de Assendelpolders moet zijn gekomen.
2. De verbinding tussen de Noordelijke Zaan vanuit de Stierop en de Zuidelijke Zaan vanuit de Oer-IJ hoofdgeul Velsen-Amsterdam pas na 600 v.Chr. tot ontwikkeling kwam.

De bodemkarteringskaart van de STIBOKA (af . 9.10) uit de jaren 1950 laat zien dat de bodem in het gebied tussen het noordelijk deel van de Assendelpolders en de Zaan bij Wormerveer bestaat uit eutroof rietveen. Ten noorden van dit rietveengebied, bij Krommenie en ten zuiden richting Westzaan, wordt op de bodemkaart oligotroof hoogveen aangegeven. Kwelderkreken en veenveenriviertjes zijn in het gekarteerde rietveengebied niet aangegeven. Het is dus lange tijd een eutroof randveengebied geweest, waar zich geen doorlopende riviergeul had ontwikkeld.

Een doorlopende riviergeul tussen de Noordelijke en de Zuidelijke Zaan heeft zich wel ontwikkeld in de loop van de IJzertijd. Lange tijd heeft er een hoogveenbarrière gelegen in het gebied aan weerszijden van de brug van de snelweg A8 over de Zaan. Daar ging aan de oostkant van de Zaan de oligotrofe veenvorming minimaal door tot ca. 250 n.Chr. en maximaal tot ca. 520. (zie de ¹⁴C-dateringen van boringen ZB13, ZB14, ZBo1 en ZBo2; af . 9.2 en tabel 9.39).

Aan de westkant van de Zaan, ter hoogte van de A8, ging de hoogveenvorming minder lang door. Daar vond de omslag van oligotroof veen naar rietveen plaats in de Midden tot Late IJzertijd. De ¹⁴C-dateringen bij ZB10 en ZB11 hebben respectievelijk een ouderdom van ca. 100 v.Chr. en ca. 400 v.Chr. Zuidelijk van deze boringen, bij boring ZB12, is de veenomslag rond 25 n.Chr. gedateerd; aan de oostelijke overkant van deze boring, bij boring ZB13, rond 250 n.Chr. Hier lag dus een hoogveenbarrière. Deze veenbarrière kan al in de Late IJzertijd tot de vroeg-Romeinse tijd doorbroken zijn in de ruimte die er tussen deze boringen ligt. De afstand tussen boringen ZB12 en ZB13 bedraagt ca. 250 m en de rivier de Zaan is daar ca. 150 m breed. Het is dus mogelijk dat in deze ruimte tijdens de Late IJzertijd tot de vroeg-Romeinse tijd er een definitieve waterverbinding is ontstaan tussen de Noordelijke en Zuidelijke Zaan. Deze zal gezien de oudere datering van de basis van het rietveen bij boring ZB12 aan de westzijde van de huidige Zaan gelegen hebben.

Het diatomeeënonderzoek aan de (iets kleiige) rietveen van de oeverafzettingen geeft aan dat tot aan de Vroege Middeleeuwen het water in de Zaan overwegend zoet bleef. Pas in de Vroege Middeleeuwen, na ca. 450 n.Chr., werd het Zaanwater iets brakker. Dat zal het gevolg zijn geweest van een lichte verbrakking van het IJ, die weer samenhangt met

de vergroting van het Almere, de voorloper van de Zuiderzee. De rietveenvorming langs de Zaan en de oligotrofe veenvorming in het Zaanse achterland zal doorgedaan zijn tot aan de 11de en 12de eeuw, toen het gehele veenlandschap in de Zaanstreek werd ontgonnen en in cultuur gebracht. De top van het vroegmiddeleeuwse veen is vrijwel overal verdwenen. De top van het veen langs de Zaan maar ook in de hoogveen-gebieden is namelijk geoxideerd (verteerd) aan de lucht, waardoor het veen van de laatste honderden jaren ontbreekt. Een aanwijzing dat de veenvorming langs de Zaan is doorgedaan tot in de 11de eeuw is de veenplag (van lokale oorsprong) in de ophogingslaag onder de Oostzijderkerk, die een ¹⁴C-gedateerde ouderdom van rond 1010 n.Chr. heeft. De ophogingslaag heeft de plag afgeschermd ('geseald') en voor oxidatie behoed.

De geulafzettingen van de Zaan zijn onderzocht bij de Wilhelminasluis. Uit dit onderzoek komt naar voren dat de geulinsnijding tot een maximale diepte van 11 tot 12 m – NAP kan voorkomen. De opvulling van de Zaangeul bestaat overwegend uit organisch rijke afzettingen. In het onderste deel ervan komen verspoelde zandlaagjes voor van het Wormer Laagpakket; in bovenste deel is vooral puin aangetroffen. Tot aan de afdamming van de Zaan was de oostkant van de Zaan dieper dan de westkant. De diepe insnijding van de Zaan bij het oostprofiel vond plaats in de Late Middeleeuwen en werd veroorzaakt door sterke stroming. Die was het gevolg van verschillen in de hoogten van de waterstanden in de veenmeren en die in het buitenwater (IJ, Zuiderzee). De oorzaak hiervan was de getijdenwerking vanuit het Zuiderzeegebied en het IJ. Dit proces werd incidenteel versterkt door opgestuwd water tijdens stormen. De veenmeren Wormer, Schermer en Beemster vormden zich aan het begin van de Late Middeleeuwen en waren het gevolg van veenaftgraving en afkalving van de oevers van de veenriviertjes door winderosie. Nadat in de loop van de Middeleeuwen de meren zich hadden gevormd – en er verschillen in de waterhoogte tussen de meren waren ontstaan – kon de Zaan zich ter hoogte van de Wilhelminasluis diep inslijpen tot een diepte van 11 tot 12 meter.

Met de aanleg van de Dam in de Zaan, in de periode tussen 1300 en 1313, viel de sterke stroming tussen de veenmeren weg en begon de afgedamde (diepe) Zaangeul zich te vullen met sediment. De opvulling bestond voor een groot deel uit lokaal aanwezig materiaal van verspoelde Hollandveen (veendetritus en detritusgyttja's). Het bovenste deel van de opvulling tussen de Oostkade en de Zuiddijk (bij het oostprofiel) is grotendeels samengesteld uit antropogeen opvullingsmateriaal, zoals plaggen, puin en rietmatten. Deze waren hoofdzakelijk in de periode tussen ca. 1350-1460 in de Zaan gestort. Vanaf die tijd zal dit deelgebied tot de oever van de Zaan behoord hebben. Het gebied aan de westzijde van de

Wilhelminasluis en de Wilhelminakade heeft veel langer onder water gestaan, gezien de vele pijpenstelen en koppen uit de 17de en 18de eeuw die daar in de opvullingsafzettingen van de Zaan gevonden zijn.

De Oostzijderkerk ligt in het verlengde van de Dam, tegen de Zuiddijk aan. Onder de kerk komt op het Hollandveen een venige/kleiige, door mensen opgeworpen plaggenlaag voor. Deze kerkophogingslaag is ongeveer 1,5 m dik en vormt een terpachtige verhoging die onderdeel kan zijn geweest van de Zuiddijk; de laag is gevormd in de periode van de Late Middeleeuwen. Het diatomeeënonderzoek aan de monsters uit de kleiige plaggenophogingen laat zien dat de sedimentbron van de plaggen oeverafzettingen zijn van de Zaan. De plaggen zijn dus lokaal gewonnen.

De Zaanafzettingen in de ondergrond van de Oude Scheepswerven Zaandam aan de Hogedijk bestonden ook uit detritusgyttja-afzettingen, maar waren ouder dan die bij het oostprofiel. Ze zijn gevormd voor het jaar 1000. De rivier de Zaan (de Voorzaan) was daar, oostelijk van de Hogedijk, dus in de Vroege Middeleeuwen aanwezig. De veenbrokken en plaggen op de Zaanafzettingen – en onder de antropogene laag onder de scheepswerf – zijn opgeworpen door de mens en worden gezien als landaanwinning.

Diepe geulinsnijdingen van de Zaan zijn niet gevonden in de noordelijk gelegen Engewormer- en Starnmeerpolders. Oorspronkelijk waren deze droogmakerijen veenmeren. Deze meren hebben – voorafgaand aan de drooglegging in de 17de eeuw – het Hollandveen en daarmee de oude veenrivierlopen op deze locaties volledig opgeruimd. Op basis van de erosiebasis van de meerafzettingen (op Hollandveen of Wormerafzettingen) en de top van het oorspronkelijke veenmaaiveld kunnen de veenriviertjes van de Stierop (in de Starnmeer) en de Wormer (in de Engewormer) aan het begin van de Late Middeleeuwen niet dieper geweest zijn dan 6 tot 7 m.

1 Floore et al. 2013.

Summary

In 2012, the archaeological research bureau Hollandia Archeologen from Zaandijk carried out an archaeological field survey in the Wilhelmina Lock in Zaandam on behalf of the Province of North Holland.² The aim of the research was to determine whether archaeological finds could be expected in the 'Wilhelmina Lock' (the 'Wilhelminasluis', also known as the 'Zaanse Sluizen') in the city of Zaandam. This investigation was prompted by plans to widen and deepen the lock. The widening and deepening took place in 2020 and resulted in more than 400,000 archaeological finds. However, the archaeologists from Hollandia Archeologen were not able to conduct a full excavation. Instead, they were only able to collect finds from the sieve used to filter the dredged material from the lock. As a result, it was unclear from which soil layers the finds originated. For this reason, a research project was initiated in 2020 to reconstruct the geological layers and their depositional environment next to the Wilhelmina Lock.

A coring survey was carried out in the area between the Oostkade and the Zuiddijk. The aim was to determine which (archaeological) layers were still present next to the newly constructed lock and in what type of deposits the finds were located (anthropogenic raising material or natural Zaan deposits). This additional research in 2020 was conducted using mechanical sonic-drill corings and was carried out on behalf of the Province of North Holland. The geoarchaeological and palaeolandscape research at the Wilhelmina Lock was further expanded in 2022 and 2023 at the initiative of the Municipality of Zaanstad through several subprojects. The purpose was to increase insight into the history of the Zaan in the area around the medieval dam of Zaandam. The additional subprojects were: Oostzijderkerk (church), Oude Scheepswerven (Former Shipyards) Zaandam, and Starnmeer and Engewormer.

The deposits at all sublocations were examined using bore cores. The age of the deposits was determined through radiocarbon (¹⁴C) dating of organic material from the cores, a pollen time-scan, and archaeological and historical sources. The depositional environment was determined on the basis of sedimentological criteria and analyses of diatoms (single-celled siliceous algae).

The Oostzijderkerk is located east of the lock complex and in line with the original Oude Dam in the Zaan. The church

stands on the eastern bank of the Zaan, where Holland peat is present in the subsurface. The research questions for the Oostzijderkerk study concerned the composition and structure of the raising layers and Zaan bank deposits beneath the church, the palaeoenvironment from which they originated, and their age.

The research at the Oude Scheepswerven Zaandam – located on the western side of the Zaan and south of the Zaan theater – focused on whether the peat that was excavated beneath the former shipyards in 1998 and 1999 had been formed in situ on the underlying Zaan deposits, or whether it consisted of reworked peat or peat-rich raising material.³

In the small polders of Engewormer and Starnmeer, north of Zaandam, the research question was whether remnants of peat-river deposits could still be found in these reclaimed areas, where the Holland peat had largely disappeared, and whether these deposits had formerly been connected to the Zaan. In order to determine when the Zaan between the IJ and the Stierop (figure 2.1) originated and when the northern and southern branches of the Zaan became connected, the project was further expanded in 2024 and 2025 on behalf of the Province of North Holland and the Municipality of Zaanstad, with a coring survey on both sides of the Zaan. The aim was to collect material for radiocarbon (¹⁴C) dating, in order to determine the age of the Zaan bank deposits. The bank deposits along the Zaan consist of eutrophic peaty soils that developed on an oligotrophic peat substrate. Based on the radiocarbon dating of the bank deposits, the age of the Zaan at the dating locations could be determined, allowing the northern and southern courses of the river to be reconstructed. The study also included the ¹⁴C dates from boreholes taken in 1998 near the windmill De Bonte Hen at the Zaanse Schans.⁴

This report first discusses the literature on the origin of the Zaan and addresses the history of the dam in the Zaan. It then describes the dating and palaeoecological laboratory methods that support the research into the origin of the Zaan. The geological, archaeological, and palaeolandscape results are presented in the following chapters for each individual subproject. Finally, the results of all subprojects along the Zaan are summarized in a palaeolandscape synthesis. In this synthesis, the landscape history of the Zaan

and its immediate surroundings is discussed chronologically, and the reconstructed course of the Zaan is analysed with the aid of palaeogeographical maps. The locations of the subproject areas and the boreholes along the Zaan that were drilled for the dating and palaeoecological research are shown in figure 1.1.

² Floore et al. 2013.

³ On the 1998-1999 excavations, see Dautzenberg et al. 2001.

⁴ Vos 1998.

1 | Inleiding

In 2012 voerde archeologisch onderzoeksbureau Hollandia Archeologen, Zaandijk in opdracht van de provincie Noord-Holland een inventariserend veldonderzoek uit bij de Wilhelminasluis (ook wel de 'Zaanse Sluizen') in Zaandam.⁵ Het onderzoek had tot doel vast te stellen of bij de voorgenomen vergroting en verdieping van de Wilhelminasluis archeologische vondsten te verwachten waren.

De vergroting en verdieping vonden in 2020 plaats en leverden meer dan 400.000 archeologische vondsten op. Omdat een reguliere opgraving niet mogelijk was, verzamelden de archeologen van Hollandia de vondsten uit het gezeefde baggermateriaal. Doordat de vondsten niet stratigrafisch konden worden geborgen, bleef hun herkomst uit de afzonderlijke bodemlagen onzeker. Daarom is in 2020 een onderzoeksproject gestart om de stratigrafische opbouw en afzettingssmilieu naast de Wilhelminasluis te reconstrueren.

In opdracht van de provincie Noord-Holland is in 2020 tussen de Oostkade en de Zuiddijk een booronderzoek met mechanische sonicdrill boringen uitgevoerd. Bij deze boormethode drijven trillingen de boorbuis de grond in, waardoor een vrijwel ongestoorde, doorlopende bodemkern kan worden verkregen. Hiermee is vastgesteld welke (archeologische) lagen naast de nieuw aangelegde sluis bewaard waren gebleven en of het vondstmateriaal voorkwam in antropogene ophogingslagen dan wel in natuurlijke afzettingen van de Zaan.

Op initiatief van de gemeente Zaanstad is het geo-archeologische en paleolandschappelijke onderzoek bij de Wilhelminasluis in 2022 en 2023 uitgebreid met enkele deelprojecten. Deze moesten het inzicht vergroten in de geschiedenis van de Zaan rond de middeleeuwse dam van Zaandam. De aanvullende deelprojecten betroffen de Oostzijderkerk, de Oude Scheepswerven Zaandam, de Starnmeerpolder en de Engewormer.

De afzettingen op alle deellocaties zijn onderzocht aan de hand van boorkernen. De ouderdom van de afzettingen is onderzocht aan de hand van ¹⁴C-dateringen van organisch materiaal uit de boorkernen, een tijdwaarderende pollenscan en archeologische en historische dateringsgegevens. Het

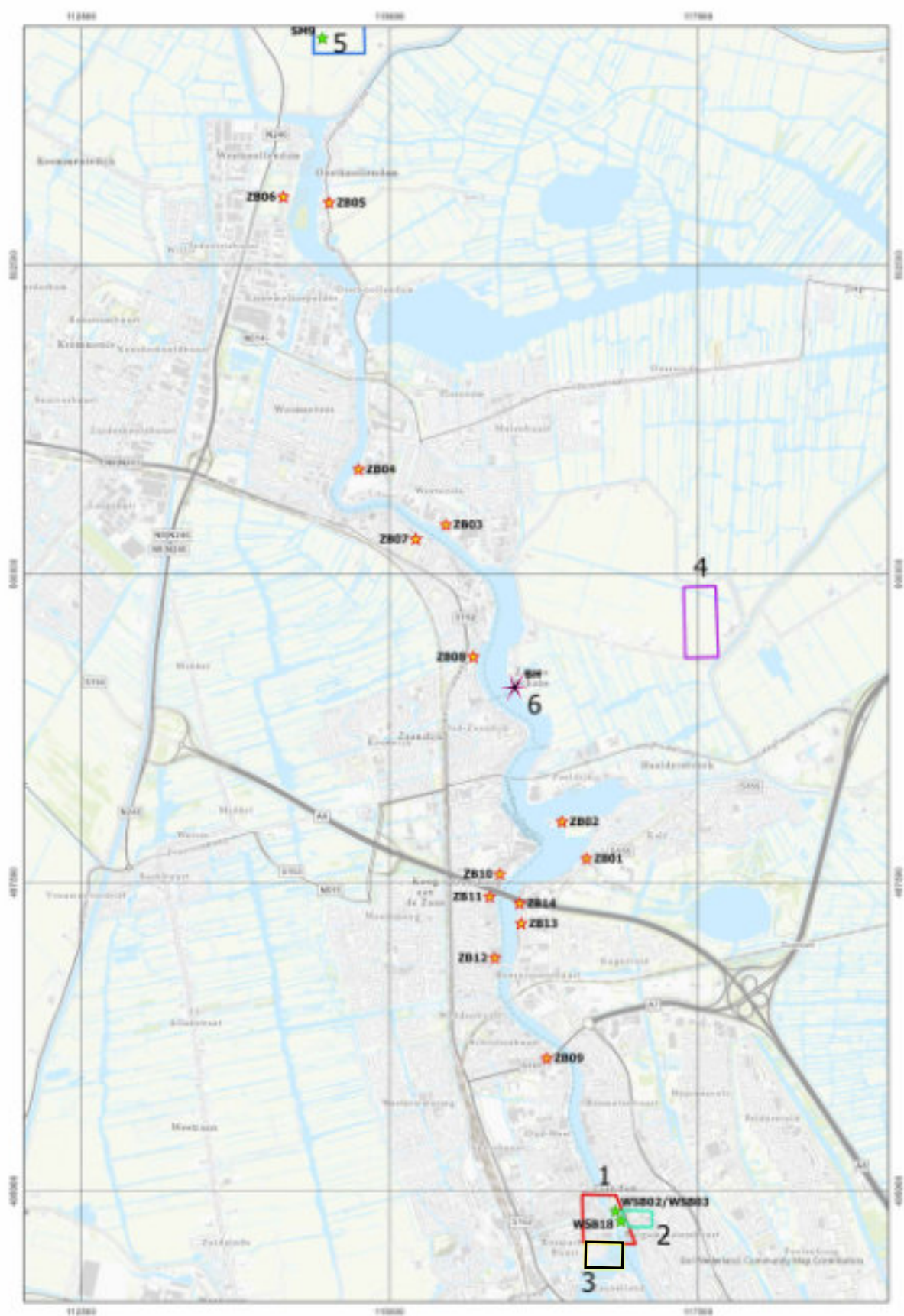
afzettingssmilieu is gereconstrueerd op basis van sedimentologische kenmerken en diatomeeënanalyses (eencellige kiezelwieren).

De Oostzijderkerk ligt ten oosten van het sluizencomplex en in het verlengde van de oorspronkelijke Oude Dam in de Zaan. De kerk staat op de oostelijke oever van de Zaan, waar Hollandveen in de ondergrond aanwezig is. Het onderzoek richtte zich op de opbouw, samenstelling en ouderdom van de ophogingslagen en oevertafzettingen onder de kerk, en op het afzettingss- dan wel herkomstssmilieu van het daarin aanwezige materiaal.

Bij het onderzoek naar de Oude Scheepswerven Zaandam, aan de westzijde van de Zaan en ten zuiden van het Zaantheater, stond de vraag centraal of het in 1998 en 1999 opgegraven veen⁶ in situ op de onderliggende Zaanafzettingen was gevormd, dan wel uit verslagen veen, of door de mens omgewerkt veen, of uit weinig ophogingsmateriaal bestond.

Voor de droogmakerijen Engewormer en Starnmeerpolder, ten noorden van Zaandam, is onderzocht of daar – ondanks het grotendeels verdwenen Hollandveen – nog afzettingen van voormalige veenrivieren aanwezig waren en of deze waterlopen met de Zaan in verbinding hadden gestaan.

Om vast te stellen wanneer de Zaan tussen het IJ en de Stierop ontstond en wanneer de noordelijke en zuidelijke tak met elkaar verbonden raakten, is het project in 2024 en 2025 in opdracht van de provincie Noord-Holland en de gemeente Zaanstad uitgebreid met booronderzoek aan weerszijden van de Zaan. Het onderzoek had tot doel met boringen monsters te verzamelen voor ¹⁴C-dateringen, waarmee de ouderdom van de oevertafzettingen langs de Zaan kon worden vastgesteld. Deze afzettingen bestaan uit eutroof, weinig materiaal dat zich op een oligotroof veenpakket heeft gevormd. Uit de ¹⁴C-dateringen is per onderzoekslocatie afgeleid wanneer daar een Zaanloop aanwezig was. Op basis daarvan konden de ontwikkeling en verbinding van de noordelijke en zuidelijke tak worden gereconstrueerd. Ook zijn ¹⁴C-dateringen betrokken van monsters uit boringen die in 1998 bij molen De Bonte Hen op de Zaanse Schans zijn gezet.⁷



Het rapport bespreekt eerst de literatuur over het ontstaan van de Zaan en de geschiedenis van de dam in de rivier. Vervolgens komen de dateringsmethoden en paleo-ecologische laboratoriumanalyses aan bod. Daarna worden per deelonderzoek de geologische, archeologische en paleolandschappelijke resultaten gepresenteerd. De afsluitende paleolandschappelijke synthese plaatst de landschapsontwikkeling van de Zaan en haar directe omgeving in chronologisch perspectief en toont de gereconstrueerde rivierloop op paleogeografische kaarten. Afdeling 1.1 toont de locaties van de deelprojecten en van de boringen voor het daterings- en paleo-ecologische onderzoek langs de Zaan.

Afb. 1.1 Ligging van de deelprojecten in de Zaanstreek:

1. Wilhelminasluis;
2. Oostzijderkerk;
3. Oude scheepswerven Zaandam;
4. Engewormer;
5. Starnmeerpolder;
6. De Bonte Hen.

Daarnaast zijn de locaties aangegeven van de Zaanboringen (ZB01 t/m ZB14), de Wilhelminasluisboringen (WSB02/WSB03 en WSB18) en de Starnmeerboring (SM09). Zie voor de resultaten van de ¹⁴C-dateringen ook afdeling 9.2 en tabel 9.2.

⁵ Floore et al. 2013.

⁶ Dautzenberg et al. 2001.

⁷ Vos 1998.

2 | Het ontstaan van de Zaan in de literatuur

Over de vroegmiddeleeuwse loop van de Zaan bestaan twee zienswijzen.⁸ De archeoloog J.C. Besteman beschouwde de Zaan als één rivier. Het rivierwater zou vooral zijn gevoed door water dat vanuit de *meerstal* Wormer (een meer in het hoogveen) en dat in zuidelijke richting naar het IJ stroomde.⁹ Bodemkundigen Pons en Van Oosten beweerden dat er in de Vroege Middeleeuwen een Noordelijke en een Zuidelijke Zaan bestonden.¹⁰ De Noordelijke Zaan liep volgens hen richting Koog aan de Zaan, Zaandijk, Wormerveer, Wormer, Oost- en West-Knollendam en vervolgens naar de Stierop, de Crommenye en het IJ. De Zuidelijke Zaan waterde, oostelijk van De Hem, direct af op het IJ. Ook De Cock onderscheidde een Noordelijke en Zuidelijke Zaan in de Vroege Middeleeuwen.¹¹ De veenrivier de Wormer behoorde volgens deze auteur tot de bovenloop van de Zaan en waterde via de Stierop af naar het Oer-IJ (af . 2.1). De waterscheiding (de grens tussen de Noordelijke en Zuidelijke loop) werd in zijn kaartreconstructie door De Cock gelegd ten zuiden van de Zaanse Schans. Volgens De Cock bestond de waterverbinding tussen Zaan en Wormer al ten tijde van de ontginningen; zoveel viel uit het verkavelingspatroon af te leiden. De Bont & Kleij sloten zich in hun publicatie aan bij de zienswijzen van Pons & Van Oosten en De Cock, die er dus van uitgingen dat de Noordelijke en de Zuidelijke Zaan in de Vroege Middeleeuwen gescheiden waren.¹² De Bont & Kleij namen aan dat er dwars in het dal van de Zaan een kleine veenrug lag ter hoogte van de latere Dam bij Zaandam. De twee veenriviertjes zouden aan weerszijden van deze veenrug zijn ontsprongen. Wanneer beide riviertjes één Zaan waren gaan vormen, was volgens hen bij gebrek aan geschreven bronnen niet bekend.

De zienswijzen dat de Zaan uit twee delen zou hebben bestaan en dat ter hoogte van de Dam de Zaanrivieren van elkaar waren gescheiden door een veenrug, baseerden deze auteurs op de rommelige verkavelingsstructuur rond de Dam. Deze structuur is zichtbaar op de Militair Topografische Kaart van rond 1850.¹³ Het rommelige patroon zou erop duiden dat het hier ging om een restontginning. Dat betekent dat het stuk land rond de Dam pas zou zijn ontgonnen nadat het omliggende land al in cultuur was gebracht, zoals te zien is aan de lange stroken langs de Zaanrivieren. Volgens deze hypothese kon het resterende veen dat de beide Zaanlopen van elkaar scheidde pas worden ontgonnen nadat de riviertjes door middel van een doorgraving tot één waterloop

waren samengevoegd. Voordat deze doorgraving er kwam, was er geen waterstroom geweest waarop de sloten in het resterende veen konden afwateren. De doorgraving zou volgens de redenering van De Bont & Kleij hebben plaatsgevonden in de periode van de veenontginningen, in de 11de of 12de eeuw.

Doel van het onderhavige onderzoek was op basis van geologisch en paleolandschappelijk onderzoek duidelijkheid te krijgen over het ontstaan van de veenrivier de Zaan. Met name de tweede zienswijze vereiste nader onderzoek om vast te stellen wanneer en waar beide rivierlopen met elkaar verbonden raakten. Daartoe zijn langs de gehele Zaan, van het IJ tot de Starnmeerpolder, oeverboringen gezet om de geologische opbouw te reconstrueren (af . 1.1). Van de afzettingen van de Zaan zijn uit de boorkernen monsters genomen, die zijn geanalyseerd ten behoeve van paleomilieu-onderzoek en datering. Aan de hand van deze gegevens kon de landschapsgeschiedenis van de Zaan worden gereconstrueerd.

8 De Bont & Kleij 2012.

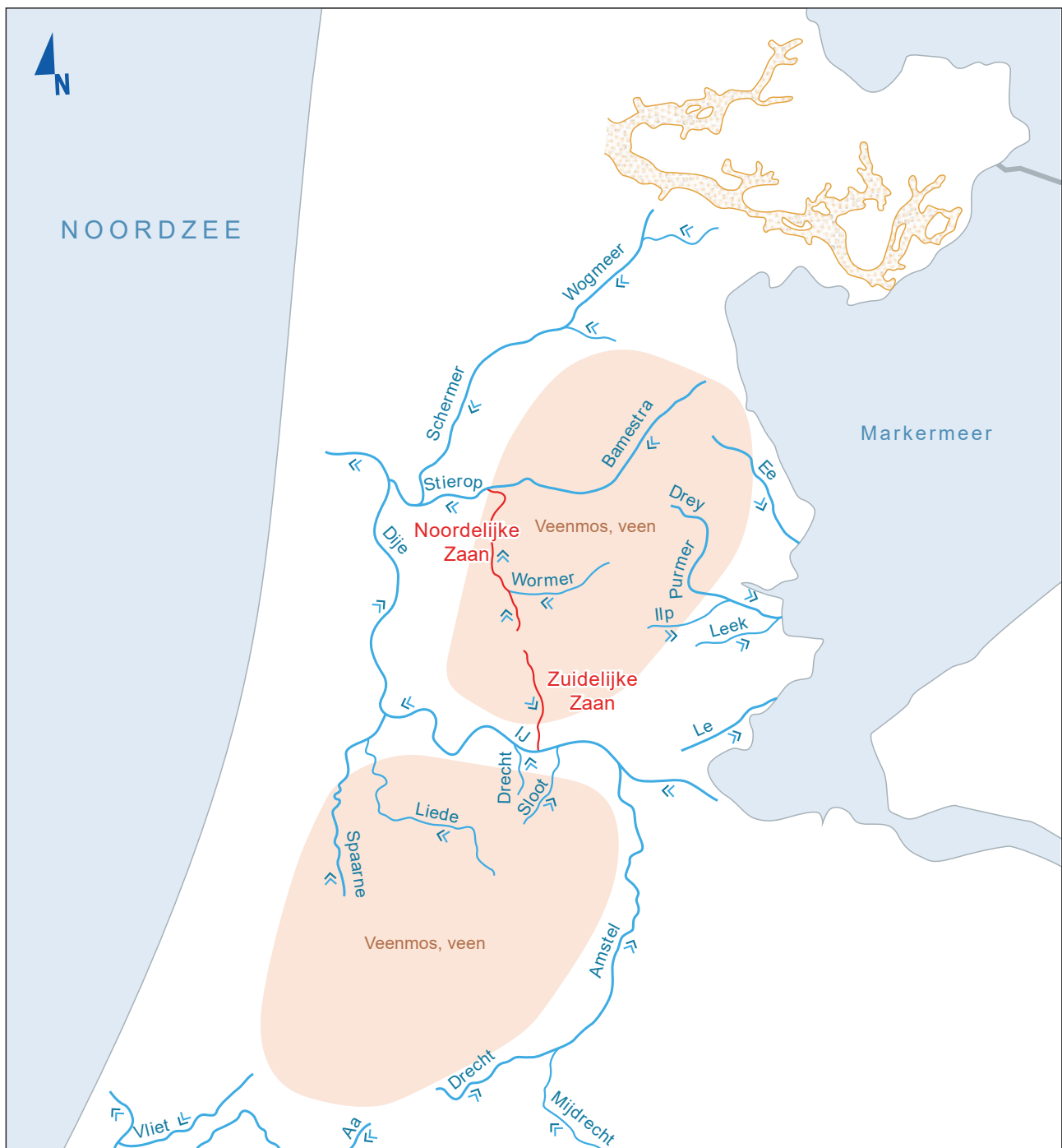
9 Besteman 1990.

10 Pons & Van Oosten 1974.

11 De Cock 1955.

12 De Bont & Kleij 2012.

13 Topografisch Militaire Kaart (TMK) 1836-1856.



Afb. 2.1 Reconstructie van de vroegmiddeleeuwse lopen van veenrivieren in Noord-Holland (bron: De Cock 1955).

3 | Historische informatie over de Dam in de Zaan

De eerste nederzetting in Zaandam ontstond in de 11de of 12de eeuw op de plaats waar nu de Havenbuurt ligt.¹⁴ De oevers van de Zaan waren in de Vroege en Late Middeleeuwen, vóór de bedijkingen, ongeschikt voor bewoning. Door hun relatief lage ligging stonden de oevers onder invloed van eb en vloed vanuit het IJ en van opgestuwd water tijdens noordoosterstormen.

In de tijd dat de oevers en het (veen)landschap langs de Zaan beschermd werden door een stelsel van dijken en dammen – rond de 13de en 14de eeuw – verschoof de oorspronkelijke bewoning uit de 11de of 12de eeuw naar het noorden en raakte de omgeving bebouwd waar later een dam zou worden aangelegd.

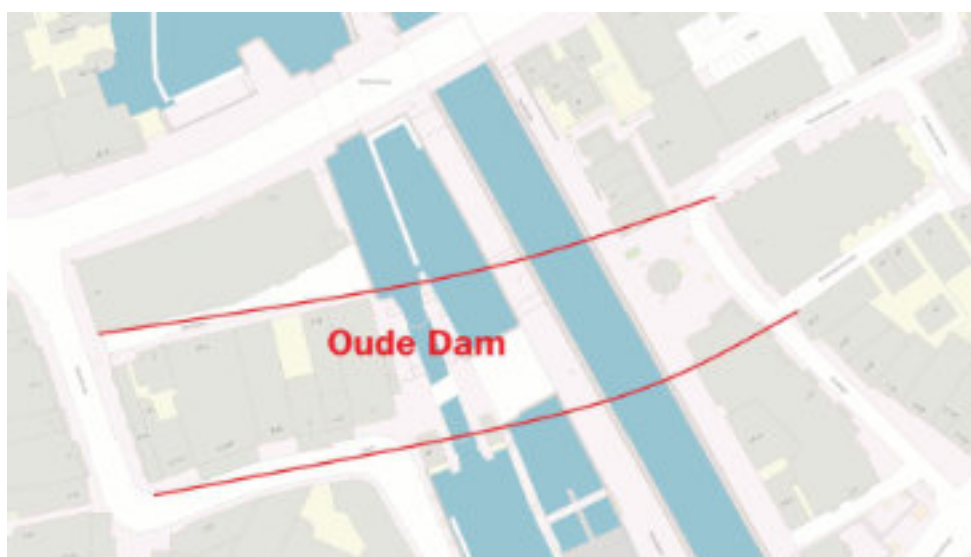
Het oudste vondstmateriaal (Paffrath-scherven en kogelpot-scherven uit de 13de eeuw) is afkomstig van het (voormalige) buitendijkse land langs de Voorzaan en werd aangetroffen onder het Zaantheater. Die locatie bevindt zich 150 tot 200 meter ten noorden van boring B25B3054 op het terrein van de Oude Scheepswerven Zaandam (afb. 7.1).

De Dam wordt voor het eerst genoemd in 1316, maar deze bron heeft betrekking op de situatie in 1313.¹⁵ Geschat wordt dat de bouw van een dam in de Zaan plaatsvond tussen 1300 en 1313 of mogelijk iets eerder (mondelinge mededeling Piet Kleij, gemeentelijk archeoloog Zaanstad).

De oudste vermelding van de naam Zaenderdam dateert van 1397-1398. In 1411 is een kapel gebouwd op de plaats van de huidige Oostzijderkerk, de oudste bedeplaats binnen de kern van het huidige Zaandam. Deze kapel werd gebouwd op een veenterp op de oostoever van de Zaan, die in het verlengde van de Oude Dam lag (afb. 3.1), zoals blijkt uit in de kerk gezette boringen waarin een venige plaggenophogingslaag (OL) is aangetroffen (zie hoofdstuk 5).

Door de aanleg van een dam in de Zaan kon het overvloedige water uit het Zaanse achterland niet meer weg, waardoor de aanleg van een sluis al direct noodzakelijk werd. Het probleem werd opgelost door in de dam twee sluizen aan te brengen: de Wormersluis direct vanaf het begin, de Westzanersluis ergens tussen 1396 en 1430. De laatste was slechts 8 voet breed (ca. 2,4 m); de sluis werd aangelegd en onderhouden krachtens de banne (rechtsgebied) van Westzanen.

In de 17de eeuw bestond het sluizencomplex uit de Duikersluis aan de oostkant – gelegen naast de Oostzijderkerk – de Kleine of Wormersluis in het midden en de Groote of Westersluis aan de westkant; de laatste twee sluizen waren beide overkluisd (afb. 3.2). In 1544 werd de Groote, ook wel Westzaner Sluis genoemd, vervangen door de Hondsbossche Sluis. Deze schutsluis fungeerde vooral om de aanvoer van



Afb. 3.1 De middeleeuwse dam ('Oude Dam') bevond zich op de strook tussen de huidige straten de Dam en de Damkade/Achterdam (afbeelding P. Kleij).



Afb. 3.2 Het sluizencomplex in de 17de eeuw, gezien vanaf de Binnenzaan. De dichte bebouwing op de Dam is gedetailleerd weergegeven. Tekening uit J. Heymenbergh, Kaartboek, 1670 (bron: Gemeentearchief Zaanstad, documentnummer 55.00003).

hout te vergemakkelijken bij de aanleg van de Hondsbossche Zeewering.

Zoals op afb. 3.3 te zien is, bestond het sluizencomplex in de 19de eeuw uit de Duikersluis in het oosten (links), de Kleine of Wormersluis in het midden en de Groote of Hondsbossche Sluis in het westen. Bij de aanleg van de Wilhelminasluis in 1902 werd een deel van de Dam van Zaandam weggegraven, waarop toentertijd ook nog bewoning aanwezig was.¹⁶ De Duikersluis en de Wormersluis werden gesloopt.

Door de bouw van de Wilhelminasluis aan het begin van de 20ste eeuw (afb. 3.4) zijn grote delen van de oorspronkelijke dam en de middeleeuwse sluizen dus vernietigd. Toch kan niet worden uitgesloten dat de voet van de dam en resten van de Wormersluis en de spuisluis nog in de ondergrond aanwezig zijn. De aanwezigheid van zwak siltig zand onder het straatniveau op de Zuiddijk en Oostkade duidt op een latere vergraving van de bodem, mogelijk daterend van het begin van de 20ste eeuw. Deze zandlaag is mogelijk aangebracht bij



Afb. 3.3 Gravure van het sluizencomplex in de 19de eeuw, gezien vanaf de Binnenzaan (bron: Gemeentearchief Zaanstad, documentnummer 11.0285-02).



Afb. 3.4 Aanleg van de Wilhelminasluis, waarbij een deel van de middeleeuwse dam werd doorgraven. Links is een restant te zien van de overkluisde Wormersluis (foto Gemeentearchief Zaanstad, documentnummer 22.05617).

de aanleg van de Oostkade in 1903 of bij latere ophogings- en herstelwerkzaamheden.

De aanwezigheid op dezelfde locatie van puin en hout kan direct worden gerelateerd aan de sloopfase die voorafging aan de aanleg van de Oostkade. Het gehele gebied tussen de huidige percelen Oostkade 9 en 27, tussen boringen WSB07 (B25B3034) en WSB19 (B25B3044, afb. 5.1), was tot 1900 bebouwd met huizen. Mogelijk zijn daarvan na de sloop resten in de ondergrond achtergebleven. De oude duikersluis lag direct langs de huidige Oostkade in wat nu de Wilhelminasluis is. Overblijfselen van deze sluis zijn onder de Oostkade daarom niet te verwachten.¹⁷

Het huidige plein de Dam (Damplein) is kort na 1903 aangelegd. Om die reden zijn in het westprofiel alleen 20ste-eeuwse lagen aangeboord (afb. 5.3). Dat profiel bleek te liggen op de oostrand van de Dam.

¹⁴ De Bont & Kleij 2012; Floore et al. 2013.

¹⁵ Braam 1966; De Bont & Kleij 2012, 55.

¹⁶ Floore et al. 2013.

¹⁷ Idem.

4 | Laboratoriumonderzoek

Om de geschiedenis van de Zaan te kunnen reconstrueren zijn ouderdomsbepalingen van de afzettingen langs de Zaan noodzakelijk. Organische Zaanafzettingen zijn gedateerd met behulp van de ^{14}C -methode. Ook is een tijdwaarderende pollenscan uitgevoerd waarmee een indicatie kan worden verkregen van de periode waarin een afzetting is gevormd. Om inzicht te krijgen in de mariene invloed is, naast het dateringsonderzoek, ook onderzoek gedaan naar het paleomilieu met behulp van diatomeeën.

4.1 ^{14}C -dateringen

De radioactieve koolstof- of ^{14}C -methode is een methode van radiometrische datering waarmee de ouderdom van organisch materiaal wordt bepaald met behulp van de ^{14}C -koolstofisotoop. Planten nemen deze licht radioactieve vorm van koolstof op via hun gaswisseling en bouwen deze in door hun fotosynthese en stofwisseling. Hierdoor krijgen dieren die van die planten leven de isotoop binnen; hetzelfde geldt voor carnivoren die deze dieren eten. Alle levende wezens hebben in hun lichaam dus nagenoeg dezelfde verhouding tussen de koolstofisotoop ^{14}C en de stabiele koolstofisotopen als de atmosfeer. Zodra een organisme sterft, houdt de uitwisseling van koolstof bevattende verbindingen op en neemt het gehalte aan ^{14}C -koolstof af. Zoals alle radioactieve isotopen vervalt ^{14}C -koolstof met een constante halveringstijd. De mate waarin dit verval in dood organisch materiaal is opgetreden, kan vervolgens worden gebruikt om te bepalen hoelang geleden het organisme is gestopt met het uitwisselen van ^{14}C -koolstof met zijn omgeving en daarmee hoe oud de resten ervan zijn. De ouderdom van dateringen wordt uitgedrukt met een getal dat de ^{14}C -jaren BP aangeeft, waarbij BP staat voor 'Before Present'; 'Present' is het jaartal 1950. De ^{14}C -jaren worden gekalibreerd en omgezet in kalenderjaren voor en na Chr., met behulp van het programma OxCal 4.1.7. De verkregen kalibratie geeft altijd een foutmarge aan, die samenhangt met het gegeven dat het gehalte koolstof-14 in de atmosfeer door de tijd heen niet constant is gebleken. De bandbreedte van de marge wordt bepaald aan de hand van de plaats van de datering binnen de ^{14}C -ijkingscurve. Vallen de dateringen in deze curve bijvoorbeeld binnen het zogenaamde 'Hallstatt-plateau' (dateringen rond 2500 ^{14}C -jaren BP), dan kan de gekalibreerde betrouwbaarheidsinterval van de datering

(2-sigma range) vaak niet nauwkeuriger worden bepaald dan op ca. 400-500 jaar. Dateringen die buiten zo'n kalibratie-plateau vallen hebben vaak nog altijd gekalibreerde waarden met een betrouwbaarheidsinterval van veelal 200 jaar of meer. Dit houdt in dat elke datering een aanzienlijke onzekerheidsmarge heeft.

In de ^{14}C -dateringstabellen van dit rapport zijn, naast het laboratoriumnummer, de monsterdiepten, het type gedateerde materiaal, het getal dat de ouderdom bepaalt in ^{14}C -jaren BP en het 2 σ -bereik (95,4% betrouwbaarheidsinterval) ook het best geschatte ouderdomsjaartal vermeld. Dit jaartal van de 'beste aanname' is in de meeste gevallen het mediane dateringsgetal van het kalibratieprogramma OxCal. In het rapport wordt het jaartal van de beste aanname gebruikt om de ouderdom van lagen en afzettingenmilieus te duiden. Om de onzekerheidsmarge van de beste aanname aan te geven wordt in de tekst van het rapport bij ieder jaartal de aanduiding '±', 'ca.', of 'rond' gebruikt.

Bij de ^{14}C -monsters voor het onderzoek naar de Zaan werden de worteltjes verwijderd en werd de tussenliggende veenmatrix opgestuurd naar het laboratorium. Naast genomen matrixmonsters (MS) zijn ook stukjes hout van de gagel of een heidetakje uit de gutskernen bemonsterd en gedateerd. De ^{14}C -dateringen zijn bepaald door het Poznań Radiocarbon Laboratory in Polen.

4.2 Tijdwaarderende pollenscan

De Zaanafzettingen in de boorkernen bestaan uit organisch rijke afzettingen zoals detritushoudende, humeuze kleien en detritusgyttja's, verslagen veenbrokjes en rietmatten. Het organogene materiaal in afzettingen van de Zaan, en ook het grootste deel van de aanwezige palynomorfen, zijn verslagen en afkomstig van het naastliggende Hollandveen. Naast verspoelde (oudere) pollenkorrels zijn er ook 'synsedimentaire' pollenkorrels aanwezig uit de omgeving die via de lucht zijn aangevoerd en in de Zaan zijn terechtgekomen. Deze pollen zijn relevant om te bepalen in welke periode de afzettingen van de Zaan zijn gevormd.

Het doel van de tijdwaarderende pollenscan is als volgt geformuleerd door dr. Irene Waajen-Labee (GDN-TNO).¹⁸ Het ging erom aan te geven of 'pollentijdmarkers' wel/niet in het pollenbeeld aanwezig waren en, als die er waren, daarmee een indicatie te geven in welke tijdperioden de Zaanafzettingen in

de boorkernen gevormd waren. Een volledige pollenanalyse (telling) was in dit kader niet zinvol omdat het grotendeels verspoelde pollenkorrels betrof die niet relevant waren voor het tijdonderzoek.

De belangrijkste pollen die gewaardeerd zijn en die een tijd-periode markeren, zijn:

- ♦ Rogge (*Secale cereale*) en korenbloem (*Centaurea cyanus*). Deze planten zijn na ca. 1000 op grote schaal op de (hoogveen)akkers verbouwd. Daarbij is het stuifmeel van deze soorten in de Zaanafzettingen terechtgekomen. Ook in de IJzertijd, Romeinse tijd en Vroege Middeleeuwen kan rogge echter al een rol hebben gespeeld, zij het als akkeronkruid. Bij lage concentraties pollen van rogge is het stempel 'post-1000' daarom niet geheel zeker; bij een grote hoeveelheid pollen is een vol-, laat- of postmiddeleeuwse datering wel aannemelijk (mondelijke mededeling F. Verbruggen, BIAx-consult, Zaandam).
- ♦ Boekweit (*Fagopyrum esculentum*), dat vanaf ca. 1500 werd verbouwd in Noord-Holland en waarvan het stuifmeel vervolgens in de Zaanafzettingen is terechtgekomen.
- ♦ Hennep (*Cannabis sativa*). De grote opkomst van de hennep teelt en het gebruik van hennep voor de touw- en zeilmakers ten behoeve van de VOC-schepen vond plaats in de 17de eeuw en daaropvolgende eeuwen.
- ♦ Walnoot (*Juglans*) en tammekastanje (*Castanea*), die voorkomen vanaf de Romeinse tijd.
- ♦ Haagbeuk (*Carpinus betulus*), die in Nederland al bestond aan het begin van de Romeinse tijd, maar meer voorkomt sinds de laat-Romeinse tijd, vanaf ca. 400 n.Chr.

De resultaten van de tijdwaarderingscan worden per boring weergegeven in tabellen. Hierin staat per indicator taxon of deze aanwezig is (+) of veel aanwezig (++, >6 pollen) is. Een leeg vakje betekent dat de indicator taxon niet is aangetroffen.

Bij een tijdwaarderende pollenscan kan het zijn dat er geen indicatiesoorten van pollen zijn waargenomen die gezien de ouderdom van het monster wél aanwezig hadden kunnen zijn. In die gevallen geldt de regel: afwezigheid van bewijs is geen bewijs van afwezigheid.

De tijdwaarderende pollentijdscan van het onderzoek bij de Wilhelminasluis, de Oostzijderkerk en de Oude Scheepswerven Zaandam is uitgevoerd door dr. Frans Bunnik (†), die verbonden was aan de Geologische Dienst Nederland in Utrecht (GDN-TNO). Dr. Irene Waajen-Labee heeft het tijdwaarderende onderzoek uitgevoerd van de monsters uit de boorkernen genomen langs de Zaan. Van de Zaanboring ZBo4 heeft zij een pollentelling gedaan op basis van drie monsters. Van deze analyse is een pollendiagram gemaakt (hoofdstuk 8).

4.3 Diatomeeënonderzoek

Diatomeeën zijn microscopisch kleine eencellige kiezelwieren die in allerlei verschillende watermilieus leven. Het kiezelskeletje van diatomeeën kan in het sediment fossiliseren en daarom in het laboratorium onder een microscoop bestudeerd worden. Omdat de soortensamenstelling afhankelijk is van het type watermilieu geven de gefossiliseerde diatomeeën in het sediment een indicatie over het afzettingsmilieu en worden ze in de geologie gebruikt bij landschapsreconstructies. Niet alle monsters die opgestuurd zijn naar het laboratorium bevatten diatomeeën. De veenmonsters waren arm aan diatomeeën of bevatten deze in het geheel niet. Diatomeeën zullen tijdens de vorming wel aanwezig zijn geweest in het veen maar ze zijn na de veendepositie geheel of gedeeltelijk opgelost in het veenbodemwater, doordat de levende veenplanten het reactieve silica van de diatomeeën hebben opgenomen.

Van de (kleiige) rietvenen langs de Zaan is door de geografische ligging het paleomilieu bekend. Het zijn venige gronden die gevoed werden met voedselrijk Zaanwater. Monsters van diatomeeën uit de overslaggronden aan de Zaan zijn vooral genomen om meer informatie te krijgen over met name de kwaliteit van het Zaanwater tijdens de vorming van deze gronden.

Mariene (semi-) planktische diatomeeën die voorkomen in de Zaanmonsters hebben in dit milieu niet geleefd en zijn van elders aangevoerd. Deze worden daarom de 'kustallochtonen' genoemd. Mogelijk zijn ze via getijstroom aangevoerd;¹⁹ ook kunnen ze door erosie en verspoeling van dieperliggende getijdenafzettingen uit de Wormer afkomstig zijn (proces van resedimentatie). Allochtoon zijn ook de diatomeeën die op nutriëntenarme watercondities wijzen en afkomstig zijn uit de omliggende hoogvenen. De overige planktische, epifytische en bentische soorten die geanalyseerd zijn, worden als autochtoon beschouwd. Deze soorten diatomeeën kunnen daarom informatie geven over de lokale waterkwaliteit.

Het diatomeeënonderzoek aan de monsters uit de ophogingslaag Van de Oostzijderkerk (hoofdstuk 6) is uitgevoerd door Waardenburg Ecology, Culemborg. Eerst is een waarderend diatomeeënonderzoek verricht door Geurt Verweij aan vier monsters uit de kernen van de boringen die genomen zijn binnen en buiten de kerk: boringen B25B3051 (veldnummer OKo2a) en B25B3049 (veldnummer KB02). De bevindingen van dit waarderend onderzoek zijn beschreven in een beknopte rapportage.²⁰ Omdat uit het onderzoek bleek dat de monsters diatomeeën bevatten die relevante informatie over het paleomilieu boden, is besloten om alle vier monsters uit de ophogingslaag te analyseren. Deze

monsters zijn verder opgewerkt tot permanente preparaten en vervolgens geanalyseerd door dr. Alexandra Cvetkoska, eveneens van Bureau Waardenburg. De analyseresultaten worden hieronder vermeld en zijn ontleend aan het rapport van Cvetkoska.²¹

In de eerste fase van het diatomeeënonderzoek zijn de monsters uit de Zaanboringen (hoofdstuk 8) gewaardeerd (gescand). De waardering van de bodemmonsters had als doel een indruk te krijgen van de aanwezigheid van diatomeeën en te beoordelen in hoeverre de monsters geschikt waren voor verdere analyse (kwantitatieve telling). De uitkomsten van de waardering zijn in een beknopt verslag gerapporteerd en er zijn monsters geselecteerd voor nadere analyse.²²

Het vervolgonderzoek naar de diatomeeën is eveneens uitgevoerd door Cvetkoska en vastgelegd in het rapport **Resultaten analyse bodemmonsters Zaan**.²³ Van de monsters met een heel lage concentratie diatomeeën zijn alleen de waargenomen soorten met hun levensvorm, saliniteitsklasse en aantallen vermeld. Door de lage abundantie moet bij de milieu-interpretatie van deze monsters de nodige voorzichtigheid worden betracht. Van de wat rijkere monsters kon ook een diatomeeëndiagram worden samengesteld.

¹⁸ Waajen-Labee 2025.

¹⁹ Vos & De Wolf 1993.

²⁰ Verweij 2023.

²¹ Cvetkoska 2023.

²² Cvetkoska 2024.

²³ Cvetkoska 2025.

5 | Geolandschappelijk onderzoek aan de boringen bij de Wilhelminasluis

5.1 Inleiding

De Wilhelminasluis, die eigendom is van de provincie Noord-Holland, is in de jaren 2017-2020 gerenoveerd. In het kader van de geplande bouwwerkzaamheden heeft Hollandia Archeologen, Zaandijk, in het najaar van 2012 in opdracht van de provincie en de gemeente Zaanstad een inventariserend veldonderzoek uitgevoerd door middel van grondboringen op de Oostkade langs de Wilhelminasluis. De resultaten van dit vooronderzoek zijn gepubliceerd in Hollandia rapport 474; ook de boorlocaties en het geologisch profiel Oostkade zijn daarin weergegeven (zie afb. 5.1 en 6.1).²⁴

De boringen in het najaar van 2020 waren moeilijker uit te voeren dan die van het verkennende booronderzoek uit 2012. Enerzijds konden door de nieuwbouw en de voorzieningen van de gerenoveerde Wilhelminasluis geen boringen meer direct naast de sluis, langs de Oostkade en Westkade, worden geplaatst. Anderzijds was de ondergrondse infrastructuur van leidingen, buizen en kabels sterk uitgebreid, in het bijzonder door de aanleg van glasvezel- en communicatiekabels. Daarom moest worden gezocht naar alternatieve boorlocaties die verder van de sluis en de boringen uit 2012 lagen.

De boringen uit 2012 konden wel direct naast de sluis en daarmee dicht bij de archeologische vindplaats worden geplaatst. Ook lagen deze boringen direct naast de later uit te baggeren deposities. Daardoor hadden zij een grotere zeggingskracht. Deze boringen zijn echter niet door P. Vos bestudeerd en met die uit 2020 vergeleken, waardoor verschillen in interpretatie mogelijk zijn. Het archeologische materiaal dat bij de boringen uit 2012 is verzameld, is daarentegen indicatiever en representatiever voor de bestudering van en vergelijking met de uiteindelijk uitgebaggerde vondsten.

Het vergroten en verdiepen van de Wilhelminasluis vond in 2020 plaats. Het was niet mogelijk in die tijd een opgraving uit te voeren. Wel is de bagger uit de sluis door de zeef gehaald, hetgeen meer dan 400.000 archeologische vondsten opleverde.

Door deze gang van zaken was onduidelijk uit welke bodemlagen de vondsten precies afkomstig waren. Daarom is in 2020 een geologisch onderzoek gestart naast de Wilhelminasluis. Dat moest antwoord geven op de vraag uit welke lagen de vondsten kwamen en in welk afzettingsmilieu deze

gevormd waren. Aan weerszijden van de sluis zijn in totaal 17 mechanische sonicdrill boringen gezet tot maximaal 15 m diep (afb. 5.1).

Doel van dit aanvullende geo-archeologisch booronderzoek bij de Wilhelminasluis was te inventariseren welke archeologische waarden er in de bodem naast de nieuw aangelegde sluis aanwezig waren. Ook moest in kaart worden gebracht in welk type afzettingen het vondstmateriaal zich bevond (ophogingsmateriaal of afzettingen van de Zaan) en wat de ouderdom was van de afzettingen waaruit de vondsten afkomstig waren. Deze kennis moest nieuw inzicht bieden in de geschiedenis van de Zaan ter hoogte van de middeleeuwse Dam van Zaandam. Behalve van de nieuwe gegevens uit het booronderzoek zou ook gebruikgemaakt worden van bestaande historische kennis over de Dam en van de resultaten uit het inventariserende veldonderzoek van 2012.

In dit hoofdstuk wordt eerst het sonicdrill booronderzoek besproken. De boorbeschrijvingen zelf zijn opgenomen in de DINO-database van TNO.²⁵ De foto's van de opgesneden boorkernen zijn weergegeven in de fotobijlage. Het archeologisch vondstmateriaal dat uit de boorkernen is verzameld wordt beschreven in de paragraaf archeologisch vondstmateriaal (5.4). Vervolgens worden de ouderdomsgegevens van de Zaanafzettingen en de ophogingslagen uit de boorkernen behandeld. Deze omvatten tijdindicaties van pollen, ¹⁴C-dateringen, historische informatie en dateerbaar archeologisch vondstmateriaal. Tot slot wordt de landschapsgeschiedenis van de Zaan besproken voor het gebied bij de Dam. Hierbij wordt ook gebruikgemaakt van het historisch overzicht van de Dam en de sluizen in de Zaan dat beschreven is in het eerdergenoemde Hollandia rapport 474²⁶

5.2 Het booronderzoek en boorbeschrijvingen

De boringen aan weerszijden van de Wilhelminasluis zijn uitgevoerd door de firma SialTech. Van de geplande 20 boringen zijn er in totaal 17 daadwerkelijk gezet (tabel 5.1). Deze zijn uitgevoerd met behulp van de sonicdrill techniek (zie fotobijlage). De afstand tussen de boringen varieerde veelal tussen de 5 en 10 m (afb. 5.1) en de diepte van de boringen bedroeg 6 tot 15 m. Met een GPS-instrument zijn van alle



Afb. 5.1 Locatiekaart met de boringen bij de Wilhelminasluis en de ligging van de oost- en westprofielen (rode lijn). De boorlocaties waar Hollandveen is aangeboord en geulafzettingen van de Zaan ontbreken zijn aangegeven met de code HV. De Zaan heeft dus niet op deze plaatsen gelopen. De groene stippellijn geeft de begrenzing aan van de rivierinsnijding van de Zaan. In de blauwe vakjes is de diepte van de erosieve basis van de Zaanafzettingen (ofwel: de diepte van de Zaanbodem) aangegeven in m –NAP (Z = Zaanbodem aangeboord op de gegeven dieptemaat; > betekent dat de Zaanbodem niet is aangeboord, maar dieper ligt dan de aangegeven waarde).

geplaatste boringen de RD-coördinaten en – in combinatie met een waterpasinstrument – de maaiveldhoogtes ten opzichte van NAP bepaald (tabel 5.1).

Met de sonicdrill apparatuur werd de sample-kern (met catcher-afsluiter) meter voor meter de grond ingedrukt. De sample-kern van 1 m met een diameter van 0,1 m werd vervolgens onder waterdruk leeggedrukt in een opvangtoot en in plastic verpakt. De in plastic gehulde kernen zijn naar de container in Zaandijk gebracht die als beschrijfruimte fungeerde. Na het verwijderen van het plastic werden de kernen over de lengte in twee helften opengesneden en beschreven, conform de Archeologische Standaard Boor-

beschrijving (ASB). Tijdens de beschrijving werden de archeologische indicatoren per diepteniveau met een mes uitgepikt en bemonsterd voor analyse.

De kwaliteit van de gestoken boorkernen was redelijk tot slecht. De verstoringen in de kernen werden vooral veroorzaakt door inval van puin uit de bovengrond, waardoor dieper opgeboord sediment werd verstoord en meegesleept. Ook het los gepakte Wormerzand ('papzand') werd vaak niet goed naar boven gehaald. Het opgeboorde Hollandveen en de organogene opvullingsafzettingen van de Zaan waren vaak van betere kwaliteit, omdat de consistentie van dit materiaal steviger was.

TNO-boornummer	Veldnummer	X-coördinaat	Y-coördinaat	MV hoogte	Max diepte
B25B3028	WSBo1	116831	494825	1,86 m +NAP	8,14 m –NAP
B25B3029	WSBo2	116830	494838	1,76 m +NAP	7,24 m –NAP
B25B3030	WSBo3	116826	494844	1,85 m +NAP	7,15 m –NAP
B25B3031	WSBo4	116818	494855	1,80 m +NAP	7,20 m –NAP
B25B3032	WSBo5	116815	494857	1,74 m +NAP	3,26 m –NAP
B25B3033	WSBo6	116837	494806	1,72 m +NAP	11,28 m –NAP
B25B3034	WSBo7	116844	494813	2,20 m +NAP	12,80 m –NAP
B25B3035	WSBo9	116766	494782	2,20 m +NAP	5,30 m –NAP
B25B3036	WSBo10	116770	494777	1,97m +NAP	4,03m –NAP
B25B3037	WSB11	116772	494772	1,97 m +NAP	7,03 m –NAP
B25B3038	WSB13	116789	494726	1,95 m +NAP	7,05 m –NAP
B25B3039	WSB14	116779	494752	1,95 m +NAP	11,05 m –NAP
B25B3040	WSB15	116825	494820	2,40 m +NAP	4,90 m –NAP
B25B3041	WSB16	116827	494830	2,02 m +NAP	1,18 m –NAP
B25B3042	WSB17	116839	494824	2,02 m +NAP	12,98 m –NAP
B25B3043	WSB18	116875	494757	2,90 m +NAP	6,10 m –NAP
B25B3044	WSB19	116879	494751	3,00 m +NAP	4,00 m –NAP

Tabel 5.1 Overzicht van de boornummers en RD-coördinaten van de sonicdrill boorsamples die eind 2020 zijn gezet aan weerszijden van de west- en oostkant van de Wilhelminasluis. Voor een kaart van de boorlocaties zie af . 5.1.

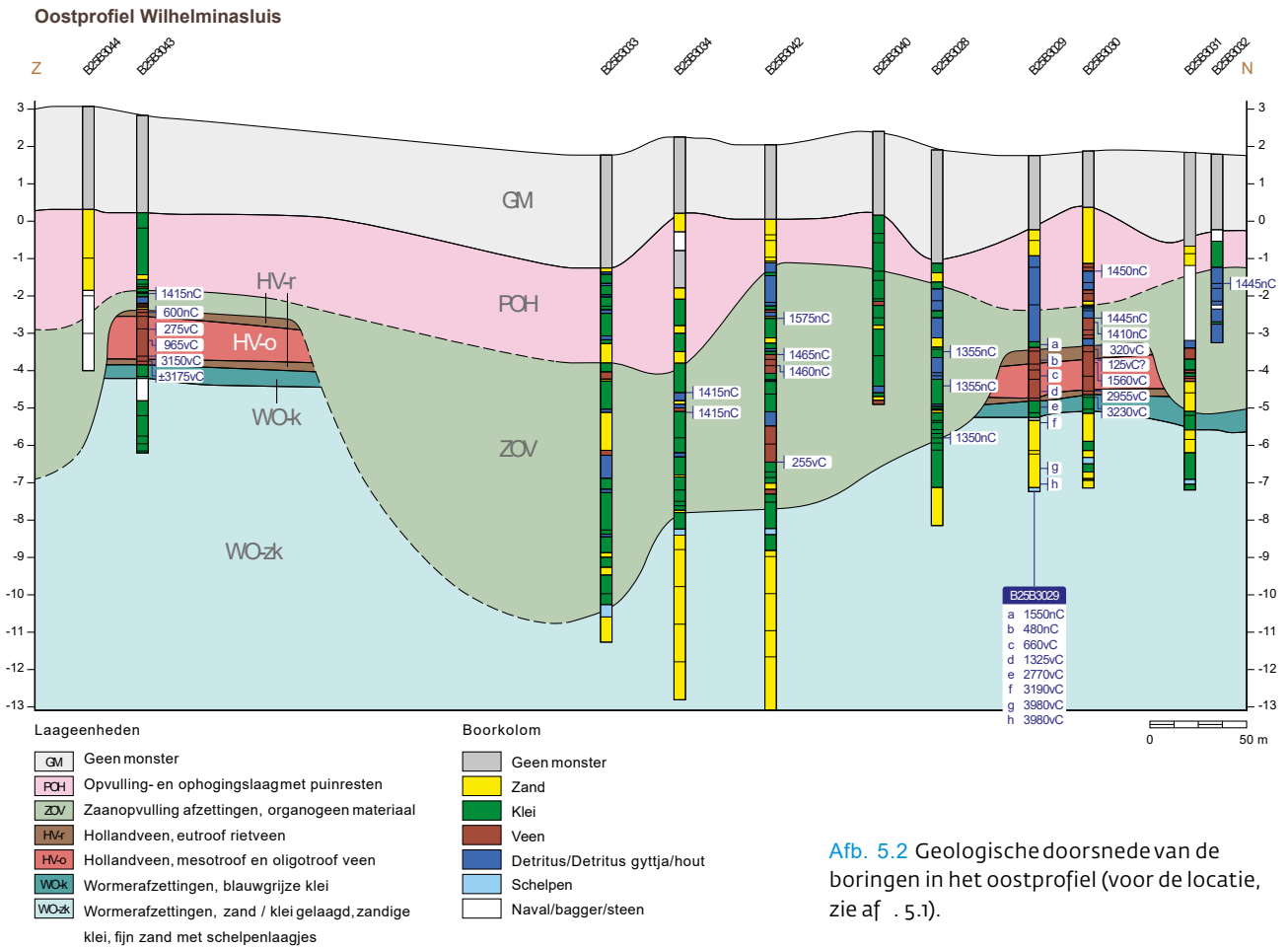
De boorbeschrijvingen van de Zaanboringen zijn ingevoerd in de online DINO-database van TNO en daar te raadplegen.²⁷ De gegevens zijn daarmee geborgd en beschikbaar om te worden gebruikt voor het samenstellen van geologische profielen.

5.3 Geologische profielen

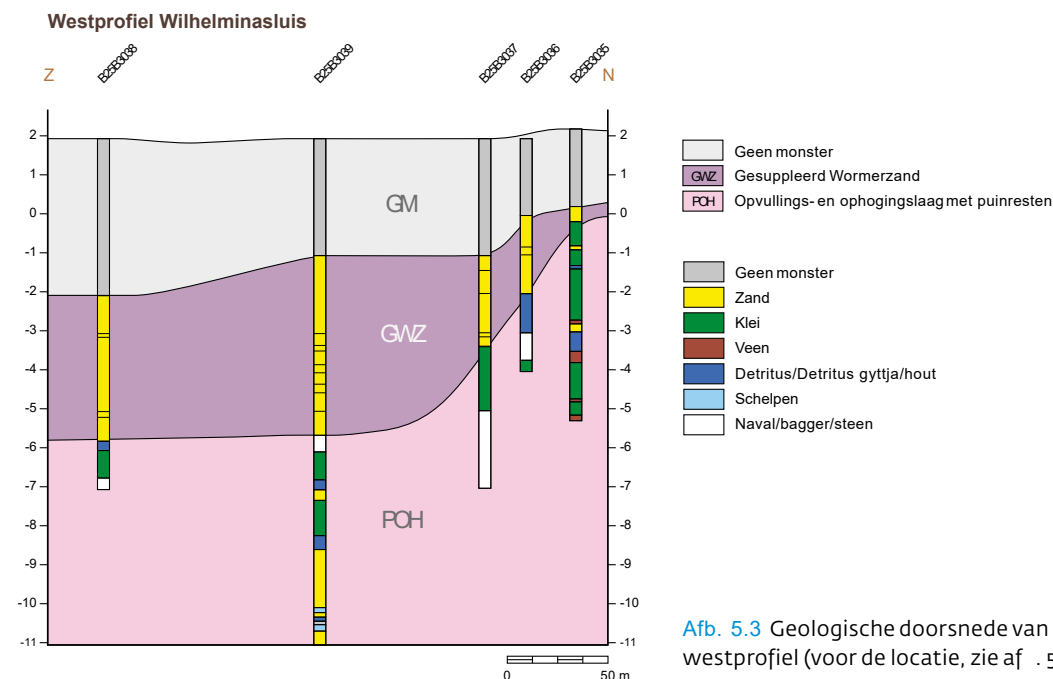
De sonicdrill boringen zijn aan weerszijden van de sluizen gezet, in het gebied tussen de Beatrixbrug en de Wilhelmina-brug (af . 5.1). De boringen aan de westzijde van de sluizen, ter hoogte van de Dam, zijn weergegeven in het westprofiel. De boringen aan de oostzijde van de sluizen, tussen de Zuid-dijk en de Oostkade, zijn weergegeven in het oostprofiel (af . 5.2 en af . 5.3).

Op basis van de boorbeschrijvingen zijn in de profielen van onder naar boven de volgende geologische lagen onderscheiden:

- ♦ **Wormerafzettingen, zand/klei gelaagd(WO-z/k):** een afwisseling van dunne, grijze kleilaagjes en kleiige, uiterst fijne zandlaagjes. De zand- en kleilaagjes zijn kalk- en schelphoudend. In de top van de laagheid is de klei/zand gelaagdheid zwak ontwikkeld. Naar onderen toe neemt de zandigheid en gelaagdheid toe, hetgeen op een energierijk afzettingssmilieu wijst (veel stroming). De mariene schelpen in de afzetting bestaan overwegend uit *Cerastoderma edule* (kokkel) en *Scrobicularia plana* (slijkgaper), vaak dubbelkleppig en in levenstand. Verspoelde schelpenlaagjes (lag deposits) komen op grotere diepte voor.
- ♦ **Wormerafzettingen, klei (WO-k):** een blauwgrijze klei, zwak siltig tot uiterst siltig (20 tot 40% lutum). De bovenkant van de kleilaag is licht humeus en met riet doorworteld; naar onderen toe wordt de klei zandiger. De top van de klei is kalkloos, naar onderen toe wordt deze kalkhoudend.
- ♦ **Hollandveen, rietveen (HV-r):** De basis van het veen bestaat uit zwak tot matig amorf, donkerbruin rietveen.
- ♦ **Hollandveen, meso- en oligotroof veen (HV-o):** donkerbruin, oligotroof veen met heidetakjes, veenmos en wollegras (voedselarm hoogveen). In de top van het oligotrofe veen komen wat hout en takjes voor, waaronder gagel, en wordt het veen mesotroof (matig voedselrijk). Het oligotrofe en mesotrofe veen is vrij stevig en compact.
- ♦ **Hollandveen, rietveen (HV-r):** donkerbruin veen met rietresten; zwak amorf, veel fijne worteltjes, vrij droog en compact.
- ♦ **Zaanopvulling, organogeen (ZOV):** gelaagd, kalkloos, organogeen pakket, bestaande uit sterk humeuze klei met veel detritus, detritusgyttja, brokken veen, rietstengels en 'rietmatten'. De stapeling van platliggende rietstengels in de boorkern zijn geïnterpreteerd en benoemd als rietmatlagen. Ook verspoelde, uiterst fijne Wormer-zandlaagjes en vivianiet (een mineraal dat blauw kleurt bij oxidatie) kunnen in het pakket voorkomen. Aan de basis van het pakket zijn ook zoetwaterslakjes aangetroffen (beneden de ca. 5 m –NAP), waaronder *Bithynia*. Dit pakket bevat weinig of geen puin of baksteen. De kleur varieert tussen donker grijsbruin en bruingrijs.



Afb. 5.2 Geologische doorsnede van de boringen in het oostprofiel (voor de locatie, zie af . 5.1).



Afb. 5.3 Geologische doorsnede van de boringen in het westprofiel (voor de locatie, zie af . 5.1).

- ♦ Opvullings- en ophogingslaag, met puin (POH): gelaagde, organogene (veenbrokken en detritusgyttja) en zandige afzetting, vergelijkbaar met de laag Zaanopvulling. Het verschil is dat deze laag meer puin (mortel, glas, ijzer), baksteen, kiezels en verspoeld hout bevat.
- ♦ Gesuppleerd Wormerzand (GWZ): grijs, kalkhoudend, iets kleiig, uiterst fijn zand met mariene schelpen, schelpresten en ook puin en baksteenresten.
- ♦ Geenmonster (GM): niet bemonsterde bovenlaag, die overwegend bestaat uit kalkhoudend ophoogzand.

Pleistocene afzettingen zijn bij de Wilhelminasluis niet aan-geboord. Uit de omliggende TNO-boringen en sonderingen blijkt dat het pleistocene oppervlak in Zaandam – dat niet geërodeerd is door jongere getijdengeulen – tussen de 12,25 en 13,5 m –NAP ligt. De boring met de grootste diepte van 13 m –NAP is B25B3042 (WSB17). Ook deze boring heeft de pleistocene afzetting niet gehaald. Gezien de boordiepte is het waarschijnlijk dat op deze locatie een (kleine) Wormer-getijdengeul aanwezig is. In het geologische west-oostprofiel over de Zaan (af . 6.4 en af . 6.5) is op basis van boring B25B3042 een Wormergeul getekend die de top van het Pleistoceen geërodeerd heeft. Geheel zeker is dit echter niet omdat de boringen daarvoor net niet diep genoeg zijn.

De Wormer-getijdenafzettingen (klei en zand/klei gelaagd) komen voor op een diepte tussen de ca. 4 en 13 m –NAP in het oostprofiel. Het Hollandveen in het oostprofiel is aangeboord in de boringen direct westelijk van de Oostzijderkerk (boringen B25B3029 en B25B3030) en bij het Zaanse Pannenkoeken Paleis (boring B25B3043).

De beschrijvingen van de boringen B25B3028, B25B3031, B25B3033, B25B3034, B25B3042 en B25B3044 in het oostprofiel (af . 5.1 en 5.2) laten zien dat de Zaan zich heeft ingesneden tot in de Wormerafzettingen. De geulopvulling van de Zaan bereikt daar een maximale diepte van ca. 11-12 m –NAP (B25B3033). De boringen die in 2012 aan Oostkade zijn gezet, liggen nabij de boringen van het oostprofiel en zijn wat betreft de sedimentkenmerken en stratigrafie sterk vergelijkbaar met die van het oostprofiel.²⁸ In de vijf boringen in het westprofiel zijn geen Wormerafzettingen aangeboord. Ook de Hollandveen laag ontbreekt daar als gevolg van de geulinsnijding van de Zaan. De Zaan heeft zich op deze locatie tot op een diepte van ca. 11 m –NAP ingesneden. Er zijn dus alleen Zaanafzettingen aangeboord.

De organogene Zaan-opvullingslaag (ZOV) en de opvullings- en ophogingslaag met puin (POH) worden in de beschrijvingen van dit rapport samengevat als de 'Zaan-opvullingsafzettingen of Zaanafzettingen'. Dit pakket, met antropogene sporen, wordt in het onderzoeksrapport van Hollandia uit 2013 aangeduid met 'ophogingslagen, ophogingen van de

dam en dampakket'. In het onderhavige rapport wordt liever gesproken van opvullingslagen van de Zaan omdat het niet alleen antropogene maar ook deels natuurlijke (kleiige) vullingen van de Zaan zijn die onder water zijn aangebracht of deels zijn afgezet.

Aan de zuidkant van het westprofiel (af . 5.3), in het gebied van de Dam langs de Wilhelminakade, liggen op de Zaan-opvullingsafzettingen (POH), jongere gesuppleerde Wormerzanden (GWZ). Dit betreft de zandopvulling van de oude havenkom in de Voorzaan, die aan de voet van de westelijke Dam en de Hogendijk lag. De havenkom is in 1909 gedempt.

5.4 Archeologisch vondst materiaal

De archeologische monsters uit de boorkernen van de boringen bij de Wilhelminasluis (tabel 5.1) zijn door Hollandia Archeologen, Zaandijk, gezeefd op geologisch laagniveau. De lagen uit de kernen zijn gezeefd met een zeefdiameter van 2 mm door Ron van Wezop en Peter Vos op 19 en 26 april 2023. De zeefresiduen zijn bekeken door Piet Kleij, archeoloog van de gemeente Zaanstad. De resultaten van de analyse zijn weergegeven in tabel 5.2.

5.5 Resultaten dateringsonderzoek

De ouderdom van de aangeboorde afzettingen in het oost- en het westprofiel is met verschillende methoden onderzocht, te weten:

1. ¹⁴C-dateringen van organisch materiaal in de afzettingen (hoofdzakelijk rietstengels).
2. Een waarderende scan van pollen, die een indicatie geven van een tijdperiode ('tijdmarker pollen').
3. Dateerbare archeologische vondsten in de afzettingen (uitgezeefd materiaal uit de boringen bij de Wilhelminasluis).
4. Historische bronnen over de geschiedenis van de Zaan.²⁹

De ¹⁴C-dateringen van de Zaan-opvullingsafzettingen in het oostprofiel (lagen POH en ZOV) betreffen vooral goed gepreserveerde rietstengels en gestapelde rietstengels in 'rietmatten'. Naast het riet zijn een stukje hout (B25B3029) en een stuk van een aangeboord paaltje (B25B3030) gedateerd. Ook stuifmeelkorrels (pollen) kunnen informatie geven over een bepaalde tijdperiode waarin de afzettingen zijn gevormd. Deze informatie kan bij wijze van controle worden vergeleken met de uitgevoerde ¹⁴C-dateringen die binnen het bestek van de tijdmarkerperiode van de waarderende pollenscan vallen. Belangrijk zijn ook de dateerbare archeologische vondsten die in de sedimenten van de boorkernen zijn aangetroffen. De historische bronnen geven belangrijke informatie over de afdamming en bedijking van de Zaan.

Boring nummer	Diepte cm –maaiveld	Beschrijving
WSBo2	230-270	rode baksteen
WSBo5	200-230	rode baksteen
WSBo6	300-320	rode baksteen
WSBo6	310-315	rode baksteen
WSB10	500-570	rode baksteen
WSB10	500-570	gele baksteen
WSB10	500-570	stuk dakpan
WSB11	535-700	rode baksteen
WSB11	535-700	gele baksteen
WSB14	660-700	verzameling munten, metaalslakken, verbrand bot? as?
WSB14	805-840	matrix stukken rode baksteen
WSB14	1009-1020	matrix stukken rode baksteen
WSB17	240-255	groen glas van een bolle wijnfles
WSB17	240-255	gele baksteen
WSB17	315-350	roodbakend aardewerk, tweezijdig geglaazuurd
WSB17	300-310	stukje plavuis met geel glazuur
WSB19	495-500	rode baksteen

Tabel 5.2 Uitkomsten van de analyse door P. Kleij van het uitgezeefde vondstmateriaal uit de kernen van de boringen bij de Wilhelminasluis.

5.5.1 Resultaten van de ¹⁴C-bepalingen

Uit de kernen van de boringen bij de Wilhelminasluis zijn in totaal 32 monsters genomen ten behoeve van ¹⁴C-dateringen, alle afkomstig uit de boringen van het oostprofiel. Een overzicht van de stratigrafische positie, inclusief de dateringsuitslagen van de uitgevoerde ¹⁴C-bepalingen is weergegeven in het geologisch profiel van afb. 5.2.

In tabel 5.3 t/m 5.14 zijn per boring de ouderdomsgetallen, de monsterdiepte en het type gedateerde materiaal gegeven. Voor het chronostratigrafisch overzicht zijn de dateringen ook per laag eenheid op een rij gezet (tabel 5.10 t/m 5.14). Voor het overzicht van de ouderdom van de onderscheiden laag eenheden zijn hieronder de ¹⁴C-dateringsuitkomsten per stratigrafische eenheid weergegeven (zie tabel 5.10 t/m 5.14).

De uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boringen bij de Wilhelminasluis zullen van oud naar jong kort besproken worden. De oudste dateringen betreffen de schelpdateringen uit de Wormerafzettingen (WO-z/k). Het gaat hier om wadafzettingen (intergetijdenmilieu) op een diepte van 6,5-7 m –NAP die een ouderdom hebben van rond 3980 v.Chr. (tabel 5.14).

De basis van het Hollandveen (rietveen), op een diepte rond de 4,5 – 4,8 m –NAP, heeft een ouderdom die ligt tussen ca. 3175 en 3230 v.Chr. Deze uitslagen komen goed overeen met de basis van het Hollandveen aangetroffen op locaties in de omgeving: Wormer (ca. 3130 v.Chr.), Neck (ca. 3115 v.Chr.) en Ruigoord-Afrikahaven (ca. 3185 v.Chr.)³⁰ De basis van het Hollandveen op de locatie De Bonte Hen lijkt wat ouder, namelijk ca. 3300 v.Chr. (tabel 5.13).³¹

De oligotrofe veenvorming (basis van het Sphagnumveen) binnen het Hollandveen begon rond 2955 v.Chr. (tabel 5.12). Bij de locatie Neck (westelijk van Purmerend) was dat ook het geval in ca. 2955 v.Chr.³² en bij de locatie Wormer was dat iets later, namelijk ca. 2750 v.Chr.

Hoe lang de oligotrofe veenvorming doorging bij de Wilhelminasluis is minder duidelijk. Dit was tenminste het geval tot ca. 965 v.Chr. Het op het oligotrofe veen gelegen eutrofe tot mesotrofe rietveen (met hout, waaronder gagel) is gedateerd tussen ca. 660 en 255 v.Chr. (tabel 5.12).

De datering van de top van het oligotrofe veen in boring B25B3030 (monster WSB03:518-520) is relatief jong, ca. 125 v.Chr. Dit is een 'uitbijter'; omdat het bovenliggende gagelmonster ouder is wordt deze datering als onbetrouwbaar gezien en terzijde geschoven.

De eutrofe rietveenvorming in de top van het Hollandveen is gedateerd tussen ca. 480 en 600 (tabel 5.11). Omdat de top van het Hollandveen geoxideerd is – en dus een deel van het veen verdwenen kan zijn – kan de rietveenvorming langer doorgedaan zijn, mogelijk tot aan het begin van de middeleeuwse veenontginningen.

De Zaan-opvullingsafzettingen zijn in hoofdzaak gedateerd met platliggende rietstengels (tabel 5.10). Omdat de stengels er intact uitzagen (niet verspoeld) en ook op elkaar gestapeld lagen ('in matten'), is ervan uitgegaan dat het hier om rietstengels gaat die groeiden in dezelfde periode als de Zaanafzetting plaatsvond en dat ze – nadat ze afgesneden waren – door de mens in het water zijn gedeponneerd. Naast rietstengels zijn ook een stukje hout (boring B25B3029; monster

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo1:535-540	Poz-150011	3,49-3,44	rietstengels	575 ±30	1306-1422	±1355
WSBo1:608-610	Poz-150012	4,22-4,44	rietstengels	585 ±30	1303-1416	±1355
WSBo1:765	Poz-150013	5,79	rietstengels	625 ±30	1301-1394	±1350

Tabel 5.3 ¹⁴C-dateringen van boring WSBo1 (B25B3028), maaiveld = 1,86 +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo2:510	Poz-150014	3,34	hout	315 ±30	1490-1646	±1550
WSBo2:516-518	Poz-150193	3,40-3,42	top rietveen	1560 ±30	426-575 n.Chr.	±480 n.Chr.
WSBo2:560-561	Poz-150016	3,84-3,85	hout, gagel	2475 ±30	770-423 v.Chr.	±660 v.Chr.
WSBo2:578	Poz-150018	4,02	heidetakje	3080 ±30	1421-1263 v.Chr.	±1325 v.Chr.
WSBo2:642-643	Poz-150019	**4,66-4,67	basis oligotroof veen	4185 ±35	2891-2632 v.Chr.	±2770 v.Chr.
WSBo2:655-657	Poz-150020	4,79-4,81	basis rietveen	4495 ±35	3354-3036 v.Chr.	±3190 v.Chr.
WSBo2:838	Poz-149672	6,62	mariene schelpen	5210 ±40	4136-3954 v.Chr.	*±3980 v.Chr.
WSBo2:877	Poz-149715	7,01	mariene schelpen	5140 ±35	4049-3938 v.Chr.	*±3980 v.Chr.

Tabel 5.4 ¹⁴C-dateringen van boring WSBo2 (B25B3029), maaiveld = 1,76 +NAP.

* gecorrigeerd voor 400 jaar reservoir effect; ** Diepte aangepast naar boorbeschrijving Boz.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo3:321	Poz-150021	1,36	rietmat	435 ±30	1421-1615	±1450
WSBo3:445-446	Poz-150022	2,60-2,61	rietstengels	455 ±30	1414-1475	±1445
WSBo3:450-465	Poz-150475	2,65-2,80	paaltje	540 ±30	1322-1436	±1410
WSBo3:515-518	Poz-150023	3,30-3,33	hout, gagel	2195 ±30	366-171 v.Chr.	±320 v.Chr.
WSBo3:518-520	Poz-150161	3,33-3,35	top oligotroof veen	2105 ±30	337-44 v.Chr.??	±125 v.Chr. ??
WSBo3:560	Poz-150157	3,75	heidetakje	3280 ±35	1623-1455 v.Chr.	±1560 v.Chr.
WSBo3:635-636	Poz-150165	4,50-4,51	sphagnum veen	4390 ±30	3096-2926 v.Chr.	±2955 v.Chr.
WSBo3:648-649	Poz-150024	4,63-4,64	basis rietveen	4555 ±35	3486-3102 v.Chr.	±3230 v.Chr.

Tabel 5.5 ¹⁴C-dateringen van boring WSBo3 (B25B3030), maaiveld = 1,85 +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo5:390-400	Poz-150136	2,16-2,26	rietmat	425 ±30	1425-1618	±1455

Tabel 5.6 ¹⁴C-dateringen van boring WSBo5 (B25B3032), maaiveld = 1,74 +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo7:880	Poz-150137	6,60	rietmat	525 ±30	1327-1442.	±1415
WSBo7:940	Poz-150138	7,20	rietmat	520 ±30	1327-1444	±1415

Tabel 5.7 ¹⁴C-dateringen van boring WSBo7 (B25B3034), maaiveld = 2,20 +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSB17:448-458	Poz-150476	2,46-2,56	rietmat	335 ±30	1475-1640	±1575
WSB17:544-551	Poz-150139	3,42-3,49	rietmat	260 ±30	1515-1800	±1645
WSB17:575	Poz-150140	3,73	rietstengels	415 ±30	1492-1621	±1460
WSB17:808	Poz-150452	6,06	hout, gagel	2250 ±30	392-204 v.Chr.	±255. v.Chr.

Tabel 5.8 ¹⁴C-dateringen van boring WSB17 (B25B3042), maaiveld = 2,02 +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSB18:470-473	Poz-150141	1,90-1,93	rietmat	525 ±30	1327-1442	±1415
WSB18:516-518	Poz-150015	2,36-2,38	top Hollandveen	1475 ±30	554-645	±600
WSB18:569	Poz-150453	2,89	hout, gagel	2205 ±30	371-176 v.Chr.	±275 v.Chr
WSB18:595	Poz-150142	3,15	heidetakje	2810 ±35	1055-837 v.Chr.	±965 v.Chr
WSB18:650	Poz-150478	3,70	platig veen	4505 ±35	3360-3092 v.Chr.	±3150 v.Chr
WSB18:664	Poz-150166	3,84	basis rietveen	4540 ±35	3369-3101 v.Chr.	±3175 v.Chr

Tabel 5.9 ¹⁴C-dateringen van boring WSB18 (B25B3043), maaiveld = 2,80 +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSB17:448-458	Poz-150476	2,46-2,56	rietmat	335 ±30	1475-1640	±1575
WSB17:544-551	Poz-150139	3,42-3,49	rietmat	260 ±30	1515-1800	±1645
WSB17:575	Poz-150140	3,73	rietstengels	415 ±30	1492-1621	±1460
WSBo5:390-400	Poz-150136	2,16-2,26	rietmat	425 ±30	1425-1618	±1455
WSBo3:321	Poz-150021	1,36	rietmat	435 ±30	1421-1615	±1450
WSBo3:445-446	Poz-150022	2,60-2,61	rietstengels	455 ±30	1414-1475	±1445
WSBo7:940	Poz-150138	7,20	rietmat	520 ±30	1327-1444	±1415
WSBo7:880	Poz-150137	6,60	rietmat	525 ±30	1327-1442	±1415
WSB18:470-473	Poz-150141	1,90-1,93	rietmat	525 ±30	1327-1442	±1415
WSBo1:535-540	Poz-150011	3,49-3,44	rietstengels	575 ±30	1306-1422	±1355
WSBo1:608-610	Poz-150012	4,22-4,44	rietstengels	585 ±30	1303-1416	±1355
WSBo1:765	Poz-150013	5,79	rietstengels	625 ±30	1301-1394	±1350

Tabel 5.10 Overzicht dateringen van riet en rietmatten in Zaan-opvullingsafzettingen, op volgorde van ouderdom.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo2:516-518	Poz-150193	3,40-3,42	top rietveen	1560 ±30	426-575 n.Chr.	±480 n.Chr.
WSB18:516-518	Poz-150015	2,36-2,38	top Hollandveen	1475 ±30	554-645	±600

Tabel 5.11 Overzicht dateringen van top Hollandveen, op volgorde van ouderdom.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSB17:808	Poz-150452	6,06	hout, gagel	2250 ±30	392-204 v.Chr.	±255. v.Chr.
WSB18:569	Poz-150453	2,89	hout, gagel	2205 ±30	371-176 v.Chr.	±275 v.Chr
WSBo3:515-518	Poz-150023	3,30-3,33	hout, gagel	2195 ±30	366-171 v.Chr.	±320 v.Chr.
WSBo2:560-561	Poz-150016	3,84-3,85	hout, gagel	2475 ±30	770-423 v.Chr.	±660 v.Chr.
WSBo3:518-520	Poz-150161	3,33-3,35	top oligotroof veen	2105 ±30	337-44 v.Chr.??	±125 v.Chr.??
WSB18:595	Poz-150142	3,15	heidetakje	2810 ±35	1055-837 v.Chr.	±965 v.Chr
WSBo2:578	Poz-150018	4,02	heidetakje	3080 ±30	1421-1263 v.Chr.	±1325 v.Chr.
WSBo3:560	Poz-150157	3,75	heidetakje	3280 ±35	1623-1455 v.Chr.	±1560 v.Chr.
WSBo2:642-643	Poz-150019	4,66-4,67	basis oligotroof veen	4185 ±35	2891-2632 v.Chr.	±2770 v.Chr.
WSBo3:635-636	Poz-150165	4,50-4,51	sphagnum veen	4390 ±30	3096-2926 v.Chr.	±2955 v.Chr.
WSB18:650	Poz-150478	3,70	platig veen	4505 ±35	3360-3092 v.Chr.	±3150 v.Chr

Tabel 5.12 Overzicht dateringen in het Hollandveen, op volgorde van ouderdom.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo3:648-649	Poz-150024	4,63-4,64	basis rietveen	4555 ±35	3486-3102 v.Chr.	±3230 v.Chr.
WSB18:664	Poz-150166	3,84	basis rietveen	4540 ±35	3369-3101 v.Chr.	±3175 v.Chr

Tabel 5.13 Overzicht dateringen basisHollandveen, op volgorde van ouderdom.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo2:838	Poz-149672	6,62	mariene schelpen	5210 ±40	4136-3954 v.Chr.	*±3980 v.Chr.
WSBo2:877	Poz-149715	7,01	mariene schelpen	5140 ±35	4049-3938 v.Chr.	*±3980 v.Chr.

Tabel 5.14 Overzicht schelpdateringen in Wormer afzettingen. * gecorrigeerd voor 400 jaar reservoir effect.

WSBo2:510; tabel 5.4) en een paaltje (boring B25B3030; monster WSBo3:450-465; tabel 5.5) uit de Zaanafzettingen gedateerd.

Alle dateringen uit de Zaan-opvullingsafzettingen komen uit de boringen in het oostprofiel, gelegen tussen de Oostkade en de Zuiddijk (af . 5.1). Het diepte-interval waarbinnen de rietstengeldateringen zijn genomen, valt tussen de 1,36 en 7,2 m –NAP. Met uitzondering van één stukje hout (boring B25B3042, monster WSB17:808, tabel 5.8) vallen alle hout- en rietdateringen in de periode tussen het einde van de Late Middeleeuwen en het begin van de Nieuwe Tijd, namelijk tussen ca. 1350 en 1645 (tabel 5.10).

Samengevat geven de beschikbare ¹⁴C-dateringen van de rietmatten (tabel 5.9) aan dat het rietmateriaal in het bovenste deel van de Zaanopvulling (1,36 en 7,2 m –NAP) overwegend gedeponeerd is tussen ca. 1350 en 1450.

Het ene stukje hout in de Zaanafzetting met een 'te oude' datering (2250 ±30 BP, ca. 225 v.Chr., tabel 5.8) betrof verspoeld hout afkomstig uit het Hollandveen. De tijdindicatie uit de pollenscan bevestigt dit (vanwege de aanwezigheid van roggepollen in het monster, zie volgende paragraaf).

5.5.2 Chronostratigrafische waarderende pollenscan

Voor de tijdwaarderende pollenscan zijn monsters genomen uit boringen WSBo1, WSBo6, WSB14, WSB15, WSB17 en WSB18 bij de Wilhelminasluis. In de onderstaande tabel 5.15 t/m 5.20 worden de resultaten per boring gepresenteerd.

Alle gescande monsters van de tijdwaarderende pollenanalyses (tabel 5.15 t/m 5.20), genomen uit de opvullingsafzettingen van de Zaan, bevatten roggepollen. Ook korenbloempollen zijn in de monsters regelmatig aanwezig. Op grond daarvan hebben deze monsters een ouderdom van na 1000 v.Chr. De ¹⁴C-monsters op vergelijkbare diepten bevestigen dit (zie tabel 5.3, 5.8 en 5.9). De ¹⁴C-dateringen uit de geulaafzettingen van de Zaan betroffen hoofdzakelijk rietmateriaal dat aanwezig was in het bovenste deel van de Zaanopvulling (boven de 7,2 m –NAP; tabel 5.10). Voor de dieper gelegen geulaafzettingen van de Zaan (7,2 tot 11 m –NAP) is de tijdindicatie dus volledig gebaseerd op de pollen-scan (afzettingen gevormd na het jaar 1000).

Boekweitstuifmeel is aangetroffen in drie monsters: WSB14:775, WSB14:820 (beide boring B25B3039) en WSB15:624 (boring B25B3040). Deze afzettingen zijn rond of na 1500 gevormd.

Korenbloem en boekweit zijn insectenbestuivers, die om die reden een kleine pollenproductie hebben. Door de relatief geringe productie kan het zijn dat ze in de scan niet zijn waargenomen terwijl ze er toch in kunnen zitten (absence of proof is in dit geval dus geen proof of absence). Rogge en hennep hebben, als windbestuivers, een relatief grote pollenproductie en zullen altijd worden aangetroffen als de planten in de omgeving aanwezig waren.

Het ontbreken van hennepstuifmeel, niet alleen in deze monsters maar in alle gescande Zaanafzettingen, is in de regio Zaandam geen aanwijzing dat de monsters van vóór

Pollenscan van boring WSBo1					
Monsternummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Korenbloem	Boekweit
WSBo1:735	5,49	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSBo1:761	5,75	Zaanklei, sterk humeus	+		

Tabel 5.15 Tijdwaarderende pollenscan van boring WSBo1 (B25B3028), maaiveld = 1,86 +NAP.

Pollenscan van boring WSBo6					
Monsternummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Korenbloem	Boekweit
WSBo6:927	7,55	Zaanklei, sterk humeus	+	+	
WSBo6:983	8,11	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSBo6:1023	8,51	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSBo6:1084	9,12	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSBo6:1138	9,66	Zaanklei, sterk humeus	+	+	
WSBo6:1186	10,14	Zaanklei, sterk humeus	+		

Tabel 5.16 Tijdwaarderende pollenscan van boring WSBo6 (B25B3033), maaiveld = 1,72 +NAP.

1600 dateren. Henneppollen ontbreken hier omdat in de Zaanstreek geen hennep werd verbouwd. De hennep voor de zeildoekweverijen en de touwslagerijen werd vaak al bewerkt (gedorst) aangevoerd, zodat er vermoedelijk weinig pollen en zaden in zaten. Bij deze verklaring kunnen de monsters zonder hennep dus ook van na 1600 dateren.

5.5.3 Archeologische dateringen

In boringen B253035 (WSB09) en B253036 (WSB10) zijn pijpenstelen en -koppen gevonden op een diepte van respectievelijk 4,8-5,15 en 1,03-4,03 m –NAP (7,0-7,35 en 3,0-6,0 m – mv). Deze koppen en stelen dateren uit de 17de en 18de eeuw en zijn waarschijnlijk vanaf de Dam in het water gegoooid. Deze

Pollenscan van boring WSB14					
Monsternummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Korenbloem	Boekweit
WSB14:775	5,80	Zaanopvulling, puin	+	+	+
WSB14:820	6,25	Zaanopvulling	+	+	+
WSB14:853	6,58	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSB14:889	6,94	Zaangyttja, amorf	+	+	
WSB14:948	7,53	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSB14:981	7,86	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSB14:1015	8,20	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSB14:1049	8,54	Zaangyttja, amorf	+	+	
WSB14:1208	10,13	Zaandetritus, humeus	+		
WSB14:1245	10,50	Zaangyttja	+		

Tabel 5.17 Tijdwaarderende pollenscan van boring WSB14 (B25B3039), maaiveld = 1,95 +NAP.

Pollenscan van boring WSB15					
Monsternummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Korenbloem	Boekweit
WSB15:624	3,84	Zaanklei, matig humeus	+	+	+
WSB15:684	4,44	Zaandetritus	+		
WSB15:696	4,56	Zaandetritus	+	+	

Tabel 5.18 Tijdwaarderende pollenscan van boring WSB15 (B25B3040), maaiveld = 2,40 +NAP.

Pollenscan van boring WSB17					
Monsternummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Korenbloem	Boekweit
WSB17:424	2,22	Zaandetritus	+	+	
WSB17:445	2,43	Zaan - kleiig veen	+		
WSB17:488	2,86	Zaanklei, matig humeus	+		
WSB17:563	3,61	Zaan - weinig	+		
WSB17:582	3,80	Zaan - kleiig veen	+	+	
WSB17:595	3,93	Zaan - weinig	+		
WSB17:738	5,36	Zaangyttja	+		
WSB17:755	5,53	Zaan - weinig	+		
WSB17:788	5,86	Zaan - weinig	+	+	
WSB17:836	6,34	Zaan - weinig	+		
WSB17:855	6,53	Zaanklei, matig humeus	+		
WSB17:893	6,91	Zaanklei, verrommeld	+		

Tabel 5.19 Tijdwaarderende pollenscan van boring WSB17 (B25B3042), maaiveld = 2,02 +NAP.

Pollenscan van boring WSB18					
Monsternummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Korenbloem	Boekweit
WSB18:415	1,35	Zaanklei, matig humeus	+		
WSB18:444	1,64	Zaanklei, sterk humeus	+		
WSB18:495	2,15	Zaandetritus	+	+	

Tabel 5.20 Tijdwaarderende pollenscan van boring WSB18 (B25B3043), maaiveld = 2,80 +NAP.

boringen waarin pijpmateriaal is aangetroffen, liggen aan de noordzijde van het westprofiel (af . 5.3), op de hoek van Dam naar de Wilhelminakade.

In de boringen van het oostprofiel (af . 5.2) zijn dergelijke relatief jonge vondsten in de Zaan-opvullingsafzettingen niet gedaan. Dat is ook een aanwijzing dat de lagen voor 1600 zijn gevormd. Pas rond 1600 kwamen de eerste pijpen in gebruik. Pijpenstelen zijn wel gevonden direct westelijk van het oostprofiel in Zaan-opvullingsafzettingen, bij de boringen van Hollandia Archeologen in 2012, gedaan aan de Oostkade (zie de onderstaande paragraaf).³³ Dit betekent dat direct ten westen van het oostprofiel, onder de huidige Oostkade, de Zaan na 1600 wel open was.

Resultaten zeefonderzoek Hollandia boorkernen 2012

Uit de boorkernen van in totaal 19 boringen door Hollandia Archeologen, Zaandijk zijn in totaal 486 vondsten verzameld. Deze archeologische boringen zijn gezet in het kader van de IVO-O Wilhelminasluis.³⁴

De meeste boringen van Hollandia Archeologen liggen op de Oostkade, direct aan de oostzijde van het sluizencomplex.³⁵ Onder de gekarteerde ophoogzandlaag van de Oostkade, die ligt tussen ca. 0 tot 2 m +NAP, komen in het profiel Zaan-opvullingsafzettingen voor die tot een diepte reiken van ca. 7 tot 9 m –NAP.³⁶ Nagenoeg al het dateerbare materiaal uit deze opvullingsafzettingen stamt uit de periode 1650-1800. Vroegere dateringen in de vondstenlijst³⁷ zijn toe te schrijven aan het feit dat niet alle fragmenten precies te dateren waren. Op basis van technische aspecten en versieringen is voor deze fragmenten een wat ruimer dateringsbereik genomen. Slechts een wandscherf van grijs aardewerk is te dateren in de Late Middeleeuwen (1250-ca. 1450). De vondst werd op een diepte van ca. 6 m beneden maaiveld in Hollandia boring B17 aangetroffen. Ook de allerdiepste lagen vlak boven de onderliggende mariene afzettingen in Hollandia boringen B17 en B19 op een niveau van 8,5 meter beneden NAP bevatten nog pijpenstelen uit de late 17de en 18de eeuw.

Dit houdt in dat de Zaan-opvullingsafzettingen bij de Wilhelminasluis onder de Oostkade tot op grotere diepte relatief jong zijn. Dit in tegenstelling tot de direct oostelijk hiervan gelegen Zaan-opvullingsafzettingen aan de Oostkade, die zijn onderzocht in dit onderzoek (af . 5.1 en af . 5.2). Uit de in dit rapport gepresenteerde pollen- en ¹⁴C-onderzoeksdata betreffende de Zaan-opvullingsafzettingen in het oostprofiel komt naar voren dat dit materiaal is gevormd na het jaar 1000 en voor de 17de eeuw (tabel 5.10).

In het westprofiel zijn alleen in de boringen B25B3035 (WSB09) en B25B3036 (WSB10) pijpenstelen en koppen gevonden (af . 5.3). De pijpresten in deze boringen komen voor op een diepte van respectievelijk 4,80 - 5,15 m en 0,80 - 3,80 m –NAP.

5.6 Conclusies

Uit het geo- en archeolandschappelijk onderzoek bij de Wilhelminasluis kunnen, gezien het voorgaande, de volgende conclusies worden getrokken:

- ♦ In de Late Middeleeuwen was de Zaan een lange en behoorlijk grote rivier geworden met een geul van zo'n 75 m breed en 11 tot 12 m diep (af . 6.4). Dit betekent dat de rivier de Zaan zich diep had ingesneden in de veenondergrond en plaatselijk tot zelfs aan de basis van de Wormer-getijdenafzettingen.
- ♦ De oostgrens tussen de geulafzettingen van de Zaan en het Hollandveen ligt tussen de Oostkade en de Zuiddijk (zie de groene stippellijn in af . 5.1).
- ♦ De boorkernen van boringen B25B3029, B25B3030 en B25B3043 bevatten Hollandveen; dit veen is gedateerd met de radioactieve koolstofmethode (zie tabel 5.11 t/m 5.14). De basis van het Hollandveen is gedateerd rond 3200 v.Chr. Deze ouderdomsbepaling komt overeen met dateringen voor basis Hollandveen in de regio. De onderliggende wadafzettingen van het Wormer Laagpakket (op 6,5 tot 7,0 m –NAP) hebben een ouderdom van rond 3980 v.Chr. De verlanding naar een kwelderniveau zal tussen ca. 3500 en 3200 v.Chr. hebben plaatsgevonden.
- ♦ Het boven het eutrofe rietveen gelegen oligotrofe (hoog) veen bestaat uit plantenresten van onder meer heide, veenmos en wollegras. De veenovergang van rietveen naar oligotroof veen in de Zaanstreek is gedateerd tussen 2950 en 2750 v.Chr. (tabel 5.12).
- ♦ De bovenkant van het voedselarme hoogveen is bij het oostprofiel gedateerd rond 925 v.Chr. (tabel 5.11). Op de overgang tussen het oligotrofe hoogveen en het eutrofe rietveen komt vaak hout van de gagelstruik voor (*Myrica gale*). Dit hout is bij het oostprofiel gedateerd tussen ca. 660 en 255 v.Chr. (tabel 5.12). Het voorkomen van gagelhout in het veen wijst op wat voedselrijkere en drogere mesotrofe condities. Deze kunnen worden toegeschreven aan een toenemende invloed van de rivier de Zaan. Tijdens hoogwatersituaties werd het veen overstroomd met relatief nutriëntenrijk water, maar tijdens droge perioden ontwaterde de rivier juist het veen langs zijn oevers en kon de gagelstruik daar wortelen.
- ♦ Er kan een verband worden gelegd tussen de eutrofiëring van het Hollandveen in de afwateringsbaan van de Zaan en de toenemende getijdeninvloed in het Oer-IJ, die rond 650 v.Chr. te dateren is.³⁸ Opstuwung van getijdenwater tijdens perioden van extreem hoogwater kan de eutrofiëring en daarmee rietveenvorming in het gebied van de Zaan sterk bevorderd hebben.
- ♦ De rietveenvorming ging aan de oostzijde van de Zaan minimaal door tot omstreeks 600 n.Chr. (tabel 5.11). Omdat de top van het veen geoxideerd is en een deel van het rietveen verdwenen is door oxidatie, kan de aangroei

van het rietveen zijn doorgegaan tot aan het begin van de veenontginningen in de Late Middeleeuwen.

- ♦ De diepe riviergeul van de Zaan, die het Hollandveen tot aan de Zuiddijk heeft geërodeerd, moet ontstaan zijn in de periode voor de bouw van de Dam, tussen ca. 1000 en 1300 n.Chr. De diepe geulinsnijing kan worden verklaard door waterbewegingen tussen het IJ en de meren Wormer, Schermer en het Starnmeer, die na ca. 1100 een grote omvang bereikten. De meren hadden een eigen getijdenritmiek (hoge en lage waterstanden) waardoor er veel sterkere heen en weergaande waterstromingen in de rivier de Zaan plaatsvonden dan voorheen.
- ♦ De geulopvulling van de Zaan bij de Wilhelminasluis bestaat uit gelaagde, organisch rijke (organogene) afzettingen. Het betreft een afwisseling van detritusgyttja, verslagen veenbrokjes, humeuze klei met verspoelde detritus en plaatselijk ook zandlaagjes (verspoeld Wormerzand), zie laag ZOV in afb. 5.2.
- ♦ De dieper gelegen Zaan-opvullingsafzettingen konden niet met de radioactieve koolstofmethode gedateerd worden, omdat het organogene materiaal in de geulafzettingen verspoeld Hollandveen betrof en dus een 'te oude' datering zou geven.
- ♦ Om die treden is er een tijdwaarderende pollenscan uitgevoerd van monsters uit de boorkernen van het oostprofiel. De pollen uit de boormonsters gaven aan dat de dieperliggende Zaanafzettingen – onder de rietstengelmatten, zie hierna – gevormd waren na het jaar 1000. Dit kon worden vastgesteld op basis van de aanwezigheid van roggepollen in alle Zaan-opvullingsafzettingen.
- ♦ In het bovenste deel van de Zaanopvulling van het oostprofiel zijn niveaus met platte rietstengels aangeboord. Deze worden – omdat het om bundels rietstengels gaat – geïnterpreteerd als rietmatten die door de mens in het water geworpen waren. De rietstengelniveaus komen voor tot een diepte van 7,2 m –NAP. De meeste rietstengelniveaus liggen tussen de 2,0 en 4,5 m –NAP. Gezien de diepteligging moeten de rietmatten onderwater zijn gedeponneerd.
- ♦ De ¹⁴C-dateringen van het rietstengelmateriaal (tabel 5.10) wijzen erop dat het meeste rietmateriaal in het oostprofiel – op een diepte tussen 1,36 en 7,2 m –NAP – gedeponneerd is tussen ca. 1350 en 1450.
- ♦ De dateringen van de oudste rietstengels (rond 1350) zijn gevonden in boring B25B3028 (tabel 5.3). Deze boring is gezet ter hoogte van de locatie van de Oude Dam (afb. 3.1 en afb. 5.1); daar vond dus de eerste opvulling / kunstmatige kadeophoging plaats.
- ♦ In boringen van het oostprofiel bij de Wilhelminasluis zijn in het onderste deel van de Zaanopvulling geen archeologische vondsten gedaan.
- ♦ Het bovenste deel van de Zaanafzettingen (laag POH, afb. 5.2 en afb. 5.3) bevat wel archeologisch materiaal.

Het betreft vooral puin, zoals baksteen. In deze bovenste laag Zaanopvulling zitten in de boringen van het westprofiel ook pijpenkoppen, hetgeen betekent dat deze opvullingslaag daar na 1600 is gevormd. In de boringen van het oostprofiel zijn geen pijpenkoppen aangetroffen; de ¹⁴C-dateringen van de boringen uit de Oostkade wijzen erop dat alle Zaan-opvullingsafzettingen daar voor ca. 1645 zijn gedeponneerd (tabel 5.10).

- ♦ De eerste historische vermelding van de Dam in de Zaan dateert uit 1316, als verwijzing naar de situatie in 1313.³⁹ De Dam in de Zaan was er dus vanaf het begin van de 14de eeuw.
- ♦ 17de-eeuwse tijdsindicatoren (¹⁴C-dateringen na ca. 1645) komen in de onderzochte boorkernen van de Zaan in het oostprofiel niet voor, wat erop wijst dat de Zaanoevers daar volledig was verland (gedempt) voor die periode.
- ♦ Het is onwaarschijnlijk dat een 'zandbank' in de Wormer-afzettingen invloed heeft gehad op de eerste ontginning bij de Dam, zoals Bont & Kleij veronderstellen.⁴⁰ Geschat wordt dat het veen in de tijd van de eerste ontginning rond 1 tot 2 m boven NAP lag. De basis van het Hollandveen ligt rond de 4,5 m –NAP (afb. 5.1). Het veen had vlak voor de ontginningen een dikte van ca. 5,5 tot 6,5 m waardoor het 'zandrelief' in de Wormer-afzettingen aan het maaiveld niet waarneembaar was. Daarbij komt dat het fijne Wormer-getijdenzand ook nog onder een zware blauwgrijze klei ligt en de diepte van de zandige, veelal met klei gelaagde afzetting onder de 5,5 m –NAP ligt (eenheid WO-zk; afb. 6.5).

24 Floore et al. 2013.

25 <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>.

26 Floore et al. 2013.

27 <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>

28 Voor de boringen uit 2012 aan de Oostkade: Floore et al. 2013, afb. 10 (profiel B-B).

29 Floore et al. 2013.

30 Respectievelijk Vos 2015, Appendix A1, 141; De Mulder & Bosch 1982; Westerhoff et al. 1987; Veerkamp 2001.

31 Vos 1998.

32 Vos 2015.

33 Floore et al. 2013.

34 Idem.

35 Idem, afb. 7.

36 Idem, afb. 10.

37 Idem, bijlage 4.

38 Vos et al. 2015.

39 De Bont & Kleij 2012.

40 Idem.

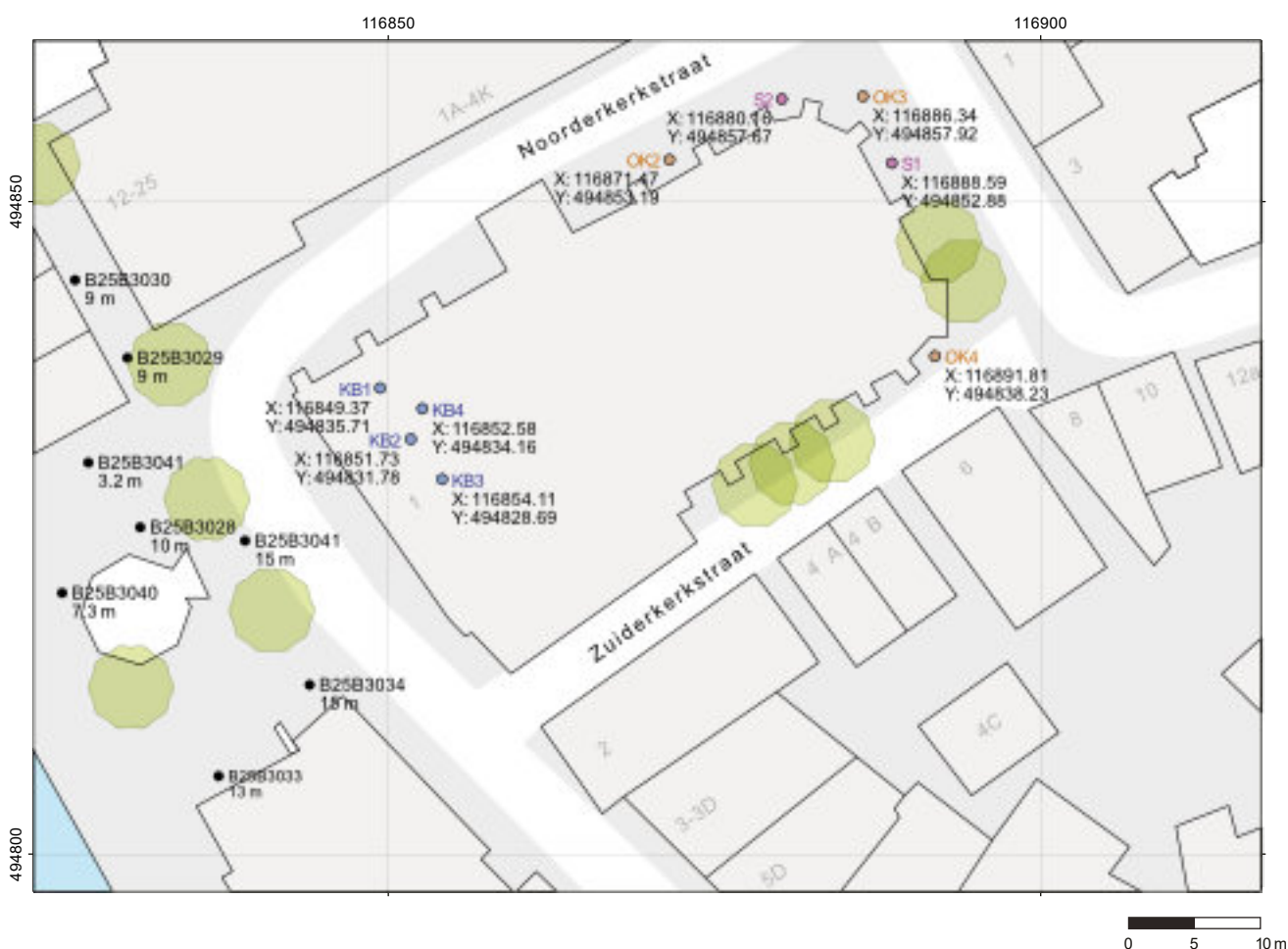
6 | Geo-archeologisch en paleolandschappelijk onderzoek aan de Oostzijderkerk-boringen

6.1 Inleiding

Om het inzicht in de geschiedenis van de Zaan verder te vergroten heeft gemeentelijk archeoloog Piet Kleij van de gemeente Zaanstad aan Hollandia Archeologen, Zaandijk en TNO gevraagd om de ondergrond in en rond de Oostzijderkerk van Zaandam geologisch en archeologisch te onderzoeken door middel van mechanische boringen. Het onderzoek is een aanvulling op het geo-archeologisch onderzoek dat uitgevoerd is bij de Wilhelminasluis en in het voorgaande hoofdstuk is besproken.

Doel van het booronderzoek in en rond de Oostzijderkerk was de ouderdom en afzettingscondities te bepalen van de ophogingslagen van de kerk (kerkterp) en van de top van het Hollandveen. Daaruit zou moeten blijken hoe deze laag-eenheden samenhangen met de ontstaansgeschiedenis van de Zaan.

Voor dit doel zijn uit de kerkterp en de top van het veen laboratoriummonsters genomen voor ouderdomsbepalingen (^{14}C -dateringen en een tijdwaarderende pollenscan) en paleo-ecologisch onderzoek (diatomeeënanalyses). In dit hoofdstuk



Afb. 6.1 Locatiekaart van de boringen binnen (veldnummers KB01 t/m 04) en buiten de Oostzijderkerk (veldnummers OK02 t/m 04) en de locatie van de twee beschikbare sonderingen (S01 en S02).

worden de resultaten van de daterings- en paleo-ecologische gegevens besproken en samengevat in een aantal conclusies.

6.2 Het booronderzoek

De boringen bij de Oostzijderkerk zijn in de winter en het voorjaar van 2022 gezet. Het betrof mechanische sonicdrill boringen die binnen en buiten de kerk zijn uitgevoerd (af . 6.1) door de firma Ground Research uit Wormerveer. De kern-diameter van de boringen buiten de kerk bedroeg 10 cm en de diameter van de boringen binnen de kerk was 3 cm. Het sediment uit de steekkernen werd uitgedrukt en opgevangen in kunststof liners (zie de bijlage met het fotoverslag). De sonic drill boringen hadden een lengte van ca. 6 m en zijn gezet tot in de Wormerafzettingen.

Boven de Wormerafzettingen komen in en naast de kerk – van boven naar onder – laageenheden met de volgende sedimentkenmerken voor (zie boorbeschrijvingen buiten de kerk B25B3046 t/m B25B3050 en die in de kerk B25B3051 t/m B25B3053):⁴¹

- ♦ Zandophogingslaag (POH, af . 6.4): licht bruingrijs zand, matig fijn, matig grote spreiding, spoor aan schelpgruis en wat puinresten
- ♦ Zandige begravingslaag met grafresten (BL): donker bruingrijs, gevlekt, matig fijn, zwak kleilig, matig humeus, stukje baksteen, menselijk bot en hard hout van grafkisten.
- ♦ Kerkophogingslaag (OL) of kerkterp: organogene klei, afgewisseld met venige brokken (plaggen), donker bruin-grijs, vivianiet, geen archeologische resten gevonden (organogeen staat voor restjes veen, humeus materiaal en losse veendetritus).
- ♦ Kleilig Hollandveen (HV-r): kleilig veen, donkerbruin, matig amorf, vrij compact en zonder herkenbare plantenresten, top van het Hollandveen.
- ♦ Hollandveen, rietveen (HV-r): donkerbruin, matig amorf, rietveen, rietrizomen, vrij compact.
- ♦ Hollandveen, oligotroof (HV-o): donkerbruin veen, amorf, vrij compact, enkele heidetakjes.
- ♦ Hollandveen, rietveen (HV-r): donkerbruin veen, amorf, rietrizomen.
- ♦ Top Wormerklei (WO-k): blauwgrijze klei, matig siltig, kalkarm. Naar onderen toe: grijze klei, dunne silt- en zandlaagjes, en kalkrijk.

6.3 Sonderingen Oostzijderkerk

Voor het geologisch onderzoek bij de Oostzijderkerk zijn twee sonderingen beschikbaar (af . 6.2 en 6.3) die zijn gedaan aan de noordoostzijde buiten de kerk (zie af . 6.1 voor de locatie). De informatie over de kerksonderingen is verkregen via de heer W.L. Dorenbos, beheerder van de Oostzijderkerk.

De sonderingen S01 en S02 zijn gezet tot in de pleistocene afzettingen tot een diepte van 18,5 m en 14 m –NAP (af . 6.2 en 6.3). Aan de hand van de conusweerstand, de wrijvingsweerstand en het wrijvingsgetal van de sondeergrafieken, alsmede de lithologische kennis van de bovengrond tot 6 m –NAP verkregen uit de boringen bij de Oostzijderkerk kunnen de laagdikten van de lithologische eenheden onder de kerk geïnterpreteerd worden.

Laagopenvolging van sondering S01 (in m t.o.v. NAP):

0,97/0,25 m:	Zandophogingslaag
0,25/-1,00 m:	Begravingslaag kerk
-1,00/-2,50 m:	Organogene kerkophogingslaag of kerkterp
-2,50/-4,30 m:	Hollandveen
-4,30/-4,70 m:	Blauwgrijze Wormerklei
-4,70/-6,50 m:	Wormerklei met zandlaagjes
-6,50/-12,00 m:	Wormerzand met kleilaagjes
-12,00/12,20 m:	Basisveen
-12,20/18,50 m:	Pleistocene afzettingen, overwegend zandig

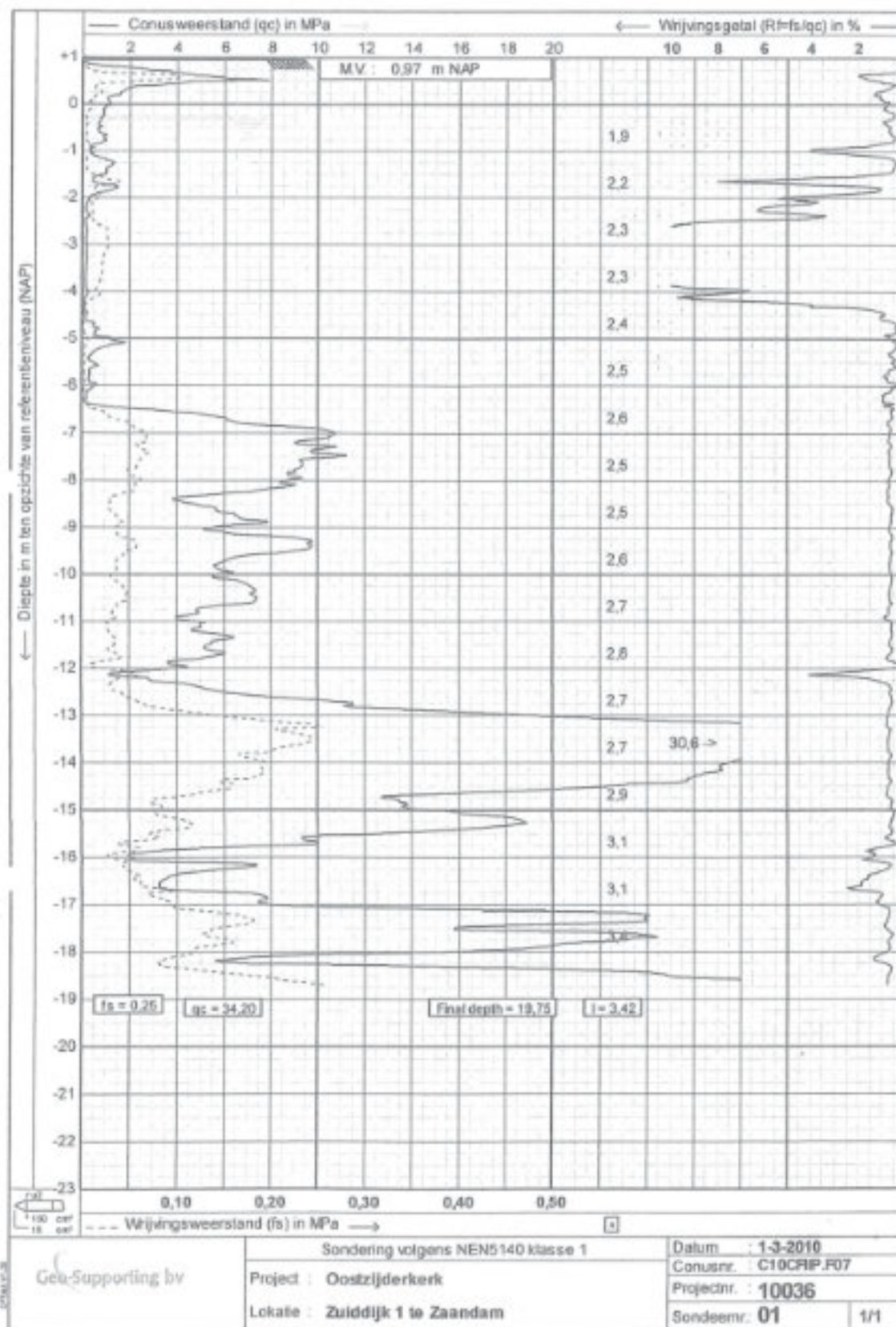
Laagopenvolging van sondering S02 (in m t.o.v. NAP):

0,95/0,00 m:	Zandophogingslaag
0,00/-1,50 m:	Begravingslaag kerk
-1,50/-3,35 m:	Organogene kerkophogingslaag of kerkterp/ verstoorde laag Hollandveen
-3,35/-4,90 m:	Organogene en kleilige laag, verstoorde grond; kuilopvulling
-4,90/-6,50 m:	Wormerklei met zandlaagjes
-6,50/-11,90 m:	Wormerzand met kleilaagjes
-11,90/12,10 m:	Basisveen
-12,10/18,50 m:	Pleistocene afzettingen, overwegend zandig

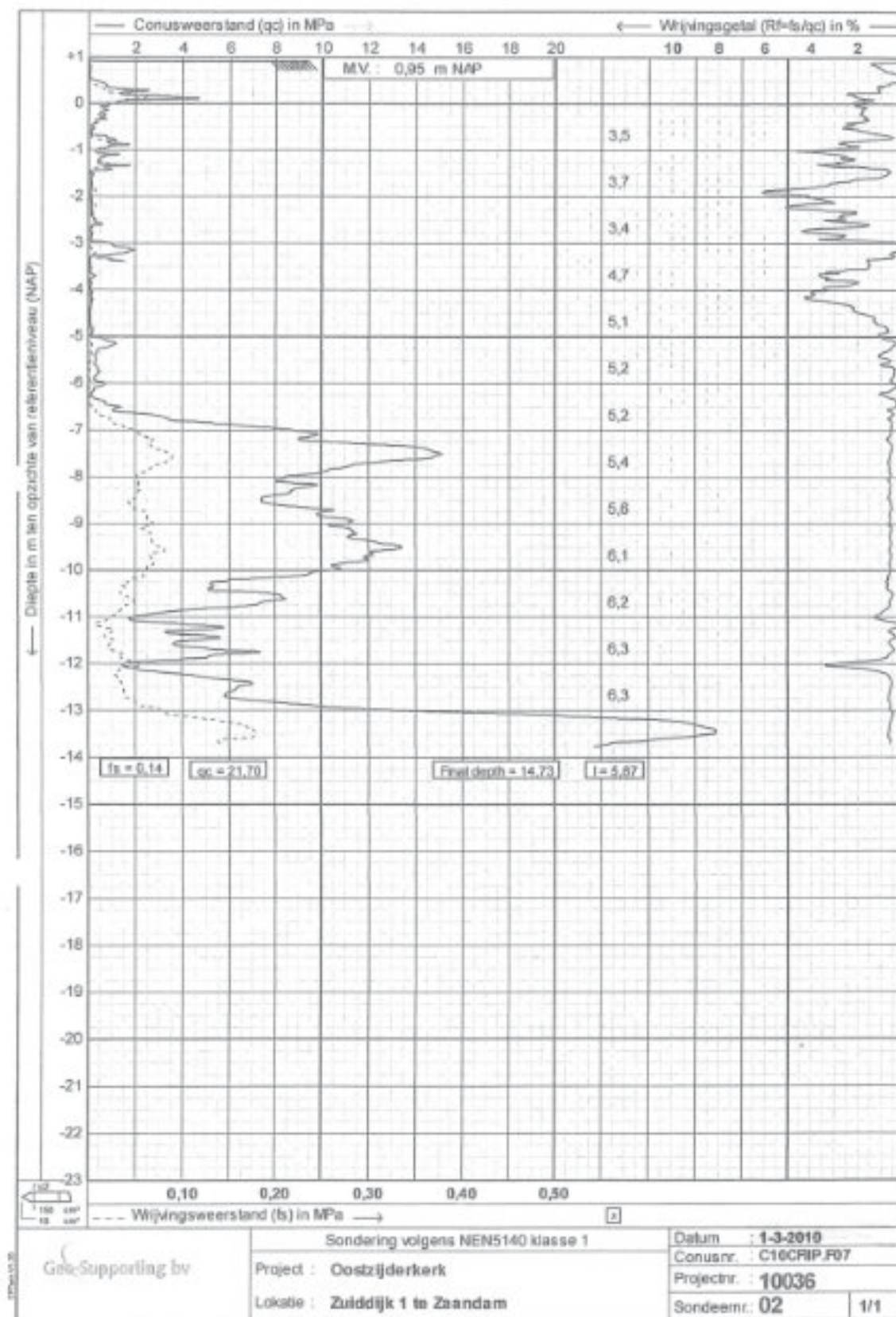
De sonderingen S01 en S02 vertonen grote onderlinge overeenkomsten wat betreft de laagopenvolging en diepte van de lagen. Een belangrijk verschil tussen de sonderingen is aangetroffen op een diepte-interval tussen 2,5 en 4,3 m –NAP. Op dat niveau komt in sondering S01 een laag Hollandveen (in situ) voor. In sondering S02 laat het wrijvingsgetal sterke, relatief hoge wisselingen zien, wat erop duidt dat het hier om gelaagde organogene afzettingen gaat. Dit wijst erop dat zich op deze locatie een antropogene ingraving bevindt (een grafkuil- of putvulling tot ca. 4 m –NAP diep?). In het onderste deel zal het organisch rijk opvullingsmateriaal betreffen en in het bovenste deel mogelijk de ophogingslaag van de kerk.

6.4 Geologisch profiel

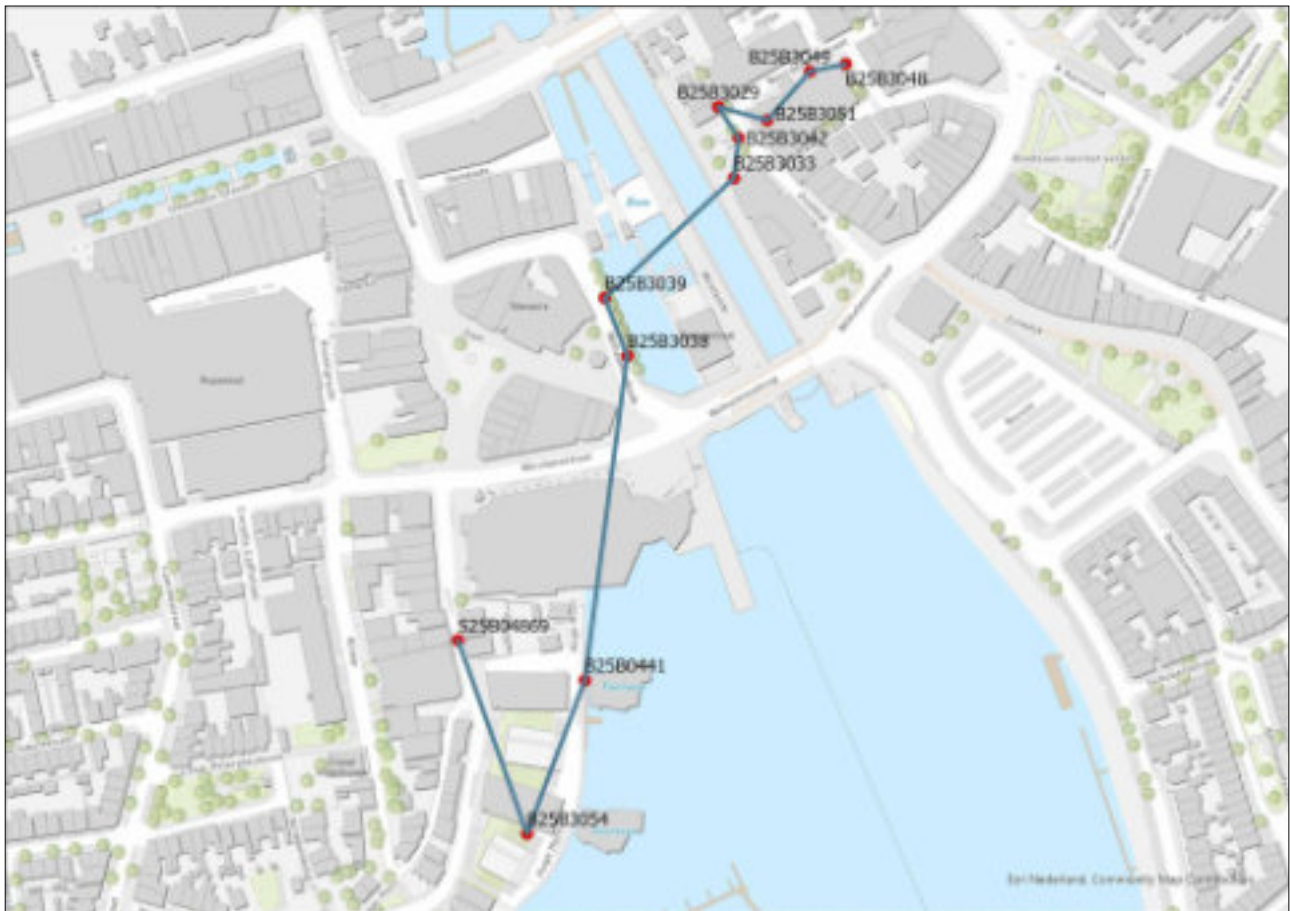
Om de relatie tussen de Zanaafzettingen ter hoogte van de Wilhelminasluis en de oevertafzettingen van de Zaan in beeld te brengen, is er een geologisch west-oostprofiel gemaakt vanaf de westoever van de Zaan tot aan de oostzijde van de Oostzijderkerk (af . 6.5). Voor dit profiel is gebruikgemaakt van de boor- en sondeergegevens die in de DINO-database van GDN-TNO aanwezig zijn en van de gegevens van de boringen die zijn gezet en en rond de Oostzijderkerk, bij de



Afb. 6.2 Grafiek van sondering So1 aan de noordoostzijde van de Oostzijderkerk (zie afb. 6.1 voor de locatie).



Afb. 6.3 Grafiek van sondering So2 aan de noordoostzijde van de Oostzijderkerk (zie af . 6.1 voor de locatie).



Afb. 6.4 Locatiekaart van het geologisch west-oostprofiel over de Zaan. Boring B25B3051 (veldnummer KBo2) is de sonicdrill boring die binnen de kerk is gezet; boringen B25B3049 (OKo2a) en B25B3048 (OKo3) zijn buiten de kerk gemaakt. Handboring B25B3054 (veldnummer SWo3) is de boring gedaan op het terrein van de Oude Scheepswerven Zaandam (zie het volgende hoofdstuk). S25B04869 betreft een sondering; de sondeergrafiek is gebruikt voor de laagopbouw van de westzijde van het geologisch profiel (af . 6.5).

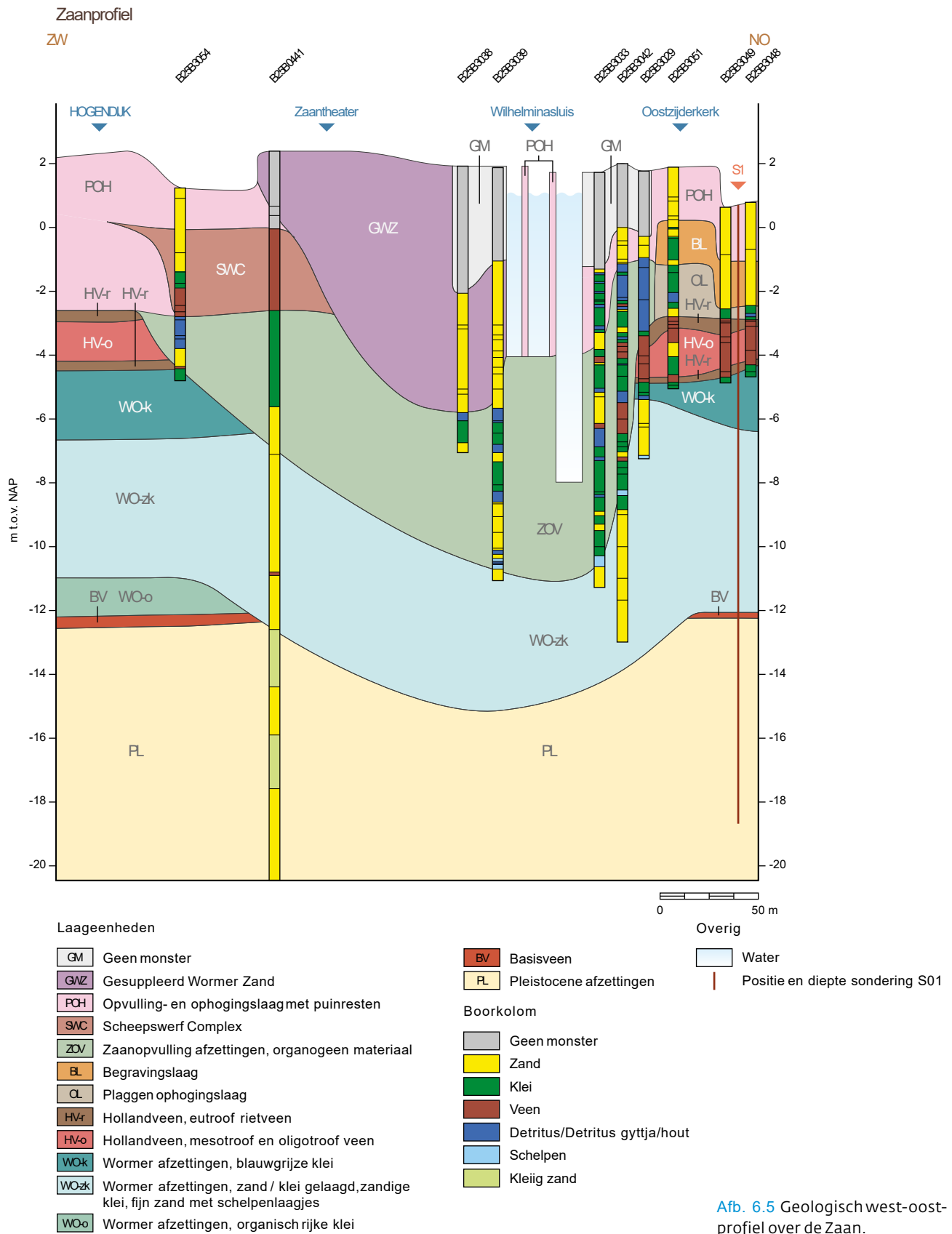
Wilhelminasluis en bij de Oude Scheepswerven Zaandam. Het geologisch west-oostprofiel loopt van Hogendijk ten zuiden van het Zaantheater, over de Wilhelminasluis, naar de Oostkade en de Oostzijderkerk (af . 6.4).

Het geologisch profiel laat de ondergrond van Zaandam zien tot 20 m –NAP. Het onderste deel bestaat uit fluviatiele pleistocene afzettingen van de Formatie van Kreftenheye, met in de top een dun laagje dekzand (Formatie van Bostel, Laagpakket van Wierden). De basis van het holocene pakket ligt rond de 12,5 en 13,5 m –NAP. Op de pleistocene afzettingen komt een dun laagje basisveen voor van 1 tot 2 dm. Op het basisveen ligt het Laagpakket van Wormer, getijdenafzettingen die in het Vroeg/Midden Holoceen zijn afgezet.

De rivierafzettingen van de Zaan (ZOV) zijn tot maximaal ca. 11,5 m –NAP ingesneden in de Wormerafzettingen (WO-k en WO-zk; af . 6.5). Het west-oostprofiel snijdt schuin door de

oude loop van de Zaan ter hoogte van de Wilhelminasluis. Daardoor is in het profiel de Zaanopvulling breder dan in een dwarsdoorsnede loodrecht over de oude Zaanloop het geval was geweest.

De Oostzijderkerk ligt op de oostoever van de Zaan, waar het Hollandveenpakket op de Wormerafzettingen bewaard is gebleven, waarschijnlijk door de aanwezigheid van de kerk. Uit de boringen in en rond de Oostzijderkerk blijkt dat het veenpakket (HV-r en HV-o) zo'n 1,5 m dik is en dat de basis van dit pakket op een diepte ligt tussen de ca. 4,25 en 4,5 m –NAP. Op het Hollandveen ligt een kleiige en venige plaggenophogingslaag (OL), daarop een vuile humeuze begravingslaag met onder andere bot- en kistresten (BL) en daarop een schone zandophogingslaag met daarin graven (POH; af . 6.5). De plaggenophogingslaag is de terp waarop de kerk is gebouwd.



6.5 Overzicht van de uitgenomen monsters voor daterings- en paleo-ecologisch onderzoek

Voor de ouderdomsbepaling en het onderzoek van het afzettingsmilieu van de plaggen van de kerkophogingslaag zijn monsters genomen uit twee boringen; één in de kerk B25B3051 (veldnummer KBo2) en één buiten de kerk B25B3049 (veldnummer OKo2a). De monsternummers bestaan uit het veldnummer en de diepte in cm onder het maaiveld (voorbeeld: KBo2:331).

6.5.1 Kerkboring B25B3051 (maaiveld = 1,88 m +NAP)

¹⁴C-monsters: 4 monsters

- ♦ KBo2:331: ophogingslaag
- ♦ KBo2:341: ophogingslaag
- ♦ KBo2:380: ophogingslaag
- ♦ KBo2:502: top kleiig Hollandveen

Pollenmonsters: 4 monsters

- ♦ KBo2:331: ophogingslaag
- ♦ KBo2:349: ophogingslaag
- ♦ KBo2:385: ophogingslaag
- ♦ KBo2:503: top kleiig Hollandveen

Diatomeeënmonsters: 2 monsters

- ♦ KBo2:349: ophogingslaag
- ♦ KBo2:386: ophogingslaag

6.5.2 Boring buiten de kerk B25B3049 (maaiveld = 0,66 m +NAP)

¹⁴C-monsters: 2 monsters

- ♦ OKo2a:359-360: ophogingslaag
- ♦ OKo2a:363-364: top kleiig Hollandveen

Pollenmonsters: 3 monsters

- ♦ OKo2a:357-358: ophogingslaag
- ♦ OKo2a:359-360: ophogingslaag
- ♦ OKo2a:363-364: top kleiig Hollandveen

Diatomeeënmonsters: 2 monsters

- ♦ OKo2a:357-358: ophogingslaag
- ♦ OKo2a:359-360: ophogingslaag

6.6 Resultaten van het ¹⁴C-onderzoek

De resultaten van de monsters en van de boringen binnen en buiten de kerk zijn weergegeven in respectievelijk tabel 6.1 en 6.2.

De gedateerde venige ophogingsplaggen, zowel binnen als buiten de kerk, hebben een ouderdom tussen ca. 625 en 1010 (tabel 6.1 en 6.2). Dit betekent dat de venige ophogingsplaggen een vroegmiddeleeuwse tot begin laatmiddeleeuwse datering hebben. Het kleiige materiaal in de plaggen heeft – op basis van de pollenscan – een datering van na 1000 (zie de pollenscan in het volgende hoofdstuk: tabel 6.4 en 6.5).

Monster-nummer	Diepte (m –NAP)	Lab. nummer	Type monster	Datering (BP)	2 sigma range (kal. v./n.Chr.)	Beste aanname
KBo2:331	1,43	Poz-166151	ophogingslaag	1225 ±30	685-886	±785
KBo2:341	1,53	Poz-166688	ophogingslaag	1030 ±30	899-1147	±1010
KBo2:380	1,92	Poz-166560	ophogingslaag	1415 ±30*	595-662	±625
KBo2:502	3,14	Poz-165766	top kleiig Hollandveen	2025 ±30*	103 v.Chr.-76 n.Chr.	±10 v.Chr.

Tabel 6.1 Uitkomsten van de ¹⁴C-bepalingen van de monsters uit kerkboring B25B3051 (veldnummer KBo2).

* De dateringen van de monsters KBo2:380 en KBo2:502 zijn bij de bepaling omgewisseld. De pollenscan laat zien dat het dieper gelegen monster KBo2:502 ouder moet zijn dan KBo2:380, omdat KBo2:502 geen haagbeuk- en geen roggepollen bevat, hetgeen op een pre-Romeinse datering wijst (tabel 6.4). Pollenmonster KBo2:380 bevat die pollen wel. Ook zou monster KBo2:502 ouder moeten gezien zijn diepere stratigrafische positie. In Tabel 6.1 zijn daarom de dateringsuitkomsten omgedraaid en staan in de chronostratigrafisch 'goede volgorde'.

Monster-nummer	Diepte (m –NAP)	Lab. nummer	Type monster	Datering (BP)	2 sigma range (kal. n.Chr.)	Beste aanname
OKo2a:359-360	2,93-2,94	Poz-166687	ophogingslaag	1365 ±30	606-774	±660
OKo2a:363-364	2,97-2,98	Poz-165871	top kleiig Hollandveen	1335 ±30	647-771	±755

Tabel 6.2 Uitkomsten van de ¹⁴C-bepalingen van de monsters uit boring B25B3049 buiten de kerk (veldnummer OKo2a). De veenplag is blijkens de datering uit iets ouder Hollandveen gestoken.

Monster-nummer	Diepte (m –NAP)	Lab. nummer	Boor-nummer	Type monster	Datering	Beste aanname
WSBo2:516-518	-3,40/3,42	Poz-150193	B25B3029	top Hollandveen, rietveen, nr. 14C/5	1560 ±30 BP	±480 n.Chr.
WSB18:516-518	-2,36/2,38	Poz-150015	B25B3043	top Hollandveen, rietveen, nr. 14C/28	1475 ±30 BP	±600
BHo1	-1,42/1,47	GrN 23816	B25B1567	top Hollandveen, rietveen	1650 ±40	±415 n.Chr.

Tabel 6.3 Resultaten van de dateringen van top Hollandveen verkregen uit de boringen van het Oostprofiel (B25B3029 en B25B3043) en die bij De Bonte Hen (boring B25B1567).

Monster-nummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Haagbeuk
KBo2:331	1,43	ophogingslaag uit kern KBo2:290-390	+	+
KBo2:349	1,61	ophogingslaag uit kern KBo2:290-390	+	+
KBo2:385	1,97	ophogingslaag uit kern KBo2:290-390	+	+
KBo2:503	3,15	kleig Hollandveen uit kern KBo2:490-590	-	-

Tabel 6.4 Aanwezigheid van tijdindicatie-pollen in de monsters van de kerkboring KBo2 (B25B3051).
+ pollen waargenomen in het monster; - pollen afwezig in het monster.

Monster-nummer	Diepte (m –NAP)	Type monster	Rogge	Haagbeuk
OKo2a:357-358	2,91-2,92	ophogingslaag uit kern OKo2a:350-450	+	+
OKo2a:359-360	2,93-2,94	ophogingslaag uit kern OKo2a:350-450	+	+
OKo2a:363-364	2,97-2,98	kleig Hollandveen uit kern OKo2a:350-450	-	+

Tabel 6.5 Aanwezigheid van tijdindicatie-pollen in de monsters van de boring naast de kerk (veldnummer OKo2a, B25B3049).
+ pollen waargenomen in het monster; - pollen afwezig in het monster.

De bron van het venige ophogingsmateriaal zal de top van het rietveen zijn geweest dat in die tijd zich langs de oevers van de Zaan gevormd heeft. De top van het Hollandveen aan de oostzijde van de Zaan bij de Wilhelminasluis (Bo2:516-518 en B18:516-518) en bij de Zaanse Schans (De Bonte Hen 01) is gedateerd tussen ca. 415 en 600 n.Chr. en daarmee dus iets ouder (tabel 6.3). De vroegere datering is te verklaren door de oxidatie van de top van het rietveen op deze boorlocaties. Het organische materiaal van de plaggenophogingslaag onder en naast de kerk heeft minder last van oxidatie gehad (en is dus niet geheel verdwenen) door de afscherpende bovenlagen, die sterke luchtdoordringing in de bodem voorkwamen. De top van het kleig rietveen onder de kerk kan rond het begin van onze jaartelling worden gedateerd (± 10 v.Chr.; tabel 6.1). Het is daarmee ouder dan de top van het rietveen dat is gedateerd uit de boringen bij de Wilhelminasluis en Zaanse Schans. Een verklaring is dat bij boring KBo2:502 de oorspronkelijke top vergraven is en daardoor ontbreekt. De relatief diepe ligging van het monster (5,02 m –MV oftewel 3,14 m –NAP) wijst er eveneens op dat daar de oorspronkelijke top van het kleig rietveen ontbreekt.

6.7 Resultaten tijdwaarderende pollenscan

Doel van de tijdwaarderende pollenscan is een ouderdoms-indicatie te geven van de top van het Hollandveen en de antropogene ophogingslaag op het Hollandveen binnen en buiten de Oostzijderkerk. Het betreft een waarderings-onderzoek van de pollen die een indicatie geven over de tijdsperiode waarin ze in de afzetting zijn terechtgekomen. Voor dit onderzoek zijn met name de pollen van rogge van belang. Vastgesteld wordt of deze wel of niet in de preparaten aanwezig zijn. Wanneer ze worden aangetroffen, kunnen roggpollen erop wijzen dat afzettingen dateren van na 1000, omdat rogge vanaf die tijd in het veengebied van Noord-Holland op vrij grote schaal werd verbouwd. De monsters ten behoeve van de pollenscan zijn genomen uit kernen van boringen B25B3051 (in de kerk) en B25B3049 (buiten de kerk), zie ook foto's in de fotobijlage. In totaal is van 7 monsters een tijdwaardering gedaan uit de ophogingslaag van de kerk en de top van het kleig rietveen. Alle onderzochte monsters bevatten ruim voldoende goed geconserveerde palynomorfen om een tijdwaarderende pollenscan uit te voeren. De bemonsterde top van

het Hollandveen is kleilig, hetgeen betekent dat het veen daar incidenteel werd overstroomd door de Zaan. De ophogingslaag van de kerk bestaat uit een plaggenophoging (OL, afb. 6.5), een afwisseling van organogene klei en veenlagen. Het is waarschijnlijk dat het hier gaat om lokaal aanwezig ophogingsmateriaal, afkomstig van het overstromingsdek langs de Zaan.

6.7.1 Resultaten

Van boring B25B3051 in de kerk (tabel 6.4) en boring B25B3049 buiten de kerk (tabel 6.5) wordt de aan- / afwezigheid van de tijdindicatie-pollen rogge (*Secale*) en haagbeuk (*Carpinus*) met een plusje of minnetje aangegeven.

Alle pollenmonsters uit de ophogingslagen van boringen B25B3051 en B25B3049 bevatten roggepollen. De vorming van het kleilige plaggenmateriaal kan op grond hiervan na 1000 worden gedateerd, op basis van de aanname dat rogge in Noord-Holland verbouwd werd na de Vroege Middeleeuwen. De monsters uit de top van het kleilige Hollandveen daarentegen bevatten beide geen roggepollen. Dit houdt in dat de top van het veen gevormd is in de Vroege Middeleeuwen of zelfs eerder. In het monster van het Hollandveen (OKo2a:363-364) ontbreken ook pollen van de haagbeuk (*Carpinus*). Dit wijst op een vroegere datering in de pre-Romeinse periode, mogelijk de IJzertijd.

6.8 Resultaten van het diatomeeën-onderzoek

Voor het diatomeeënonderzoek aan de monsters uit de kerkophogingslaag is een eerst een waarderend onderzoek verricht aan vier monsters genomen uit de kernen van twee boringen respectievelijk binnen en buiten de kerk namelijk B25B3051 (veldnummer OKo2a) en B25B3049 (veldnummer KBo2). Deze monsters zijn vervolgens geanalyseerd; de resultaten ervan worden hieronder gepresenteerd. De diatomeeënmonsters komen uit het kleilige materiaal van de plaggen. Uit de tijdwaarderende pollenscan (tabel 6.4 en 6.5) blijkt dat de klei is gevormd na 1000.

In afb. 6.6 zijn in een stratigrafisch diagram de meest voorkomende diatomeeëntaxa weergegeven die in de monsters voorkomen. In het diagram zijn de resultaten van beide boringen geplot. Saliniteitsgroepen (‰ S) en levensvormen zijn ook weergegeven in het stratigrafisch diagram (saliniteit is zoutgehalte).

6.8.1 Monsternummer 1: boring B25B3051, OKo2a:357-358 (tabel 6.6)

Bij de telling van 200 diatomeeënschaaltjes werden in dit monster in totaal 37 taxa geïdentificeerd. De diatomeeën-

Saliniteit	Proc abun.
marien (> 30,0‰ S)	5,8
marien-brak (18,0-30,0‰ S)	3,9
brak-marien (9,0-18,0‰ S)	16,4
brak (1,8-9,0‰ S)	3,9
brak-zoet (0,9-1,8‰ S)	4,8
zoet-brak (< 0,9‰ S)	12,1
zoet (< 0,2‰ S)	9,7
indifferent	41,1
onbekend	2,4

Tabel 6.6 Procentuele abundantie (proc. abun.) van diatomeeëngroepen naar saliniteit (‰ S) en leefwijze (naar Vos & De Wolf 1993) in monster B25B3051:OKo2a:357-358 (bron: Cvetkoska 2023).

Leefwijze	Proc abun.
plankton s.s	2,9
tychoplankton	25,6
epifyten	0,5
benthisch: epipelon	11,6
benthisch: epipsammon	6,3
benthisch: aerofiel	1,9
onbekend	51,2

Saliniteit	Proc abun.
marien (> 30,0‰ S)	16,2
marien-brak (18,0-30,0‰ S)	3,8
brak-marien (9,0-18,0‰ S)	
brak (1,8-9,0‰ S)	3,8
brak-zoet (0,9-1,8‰ S)	9,5
zoet-brak (< 0,9‰ S)	42,9
zoet (< 0,2‰ S)	1,9
indifferent	5,7
onbekend	16,2

Tabel 6.7 Procentuele abundantie (proc. abun) van diatomeeëngroepen naar saliniteit (‰ S) en leefwijze (naar Vos & De Wolf 1993) in monster B25B3051: OKo2a:359-360 (bron: Cvetkoska 2023).

Leefwijze	Proc abun.
plankton s.s	14,3
tychoplankton	12,4
epifyten	10,5
benthisch: epipelon	17,1
benthisch: epipsammon	2,9
benthisch: aerofiel	2,9
onbekend	39,9

samenstelling wordt gedomineerd door het kleine taxon *Staurosirella cf. pinnata* (41%), dat een groot saliniteitstolerantiebereik heeft. De tychoplanktonische soort *Pseudostaurosira* komt ook veel voor, met een relatieve abundantie van ca. 16%. De kiezelalgen zijn voornamelijk samengesteld uit tychoplanktonische en epipelische soorten met een brede ecologische tolerantie ten opzichte van de saliniteit, die vaak worden aangetroffen in marien-brakke en zoet-brakke milieus. Er werden ook fragmenten van planktonische, mariene en benthische, zoet-brakke soorten in het monster gevonden.

6.8.2 Monsternummer 2: boring B25B3051, OKoza:359-360 (tabel 6.7)

Door het zeer lage aantal kiezelalgen konden we slechts 100 schaaltsjes tellen en in totaal 42 taxa identificeren. Ondanks de lagere telling zijn de resultaten geldig voor de beoordeling van de diatomeeën-samenstelling en het milieu. De meest abundante taxa in het monster zijn *Achnanthes nanum* (ca. 10%), *Achnanthes jackii* (ca. 9%) en de epifytische *Cocconeis placentula* (ca. 9%), terwijl de meeste soorten in zeer lage abundanties voorkomen (<5%). Soorten die zich hebben aangepast aan ondieper water en plantenhabitats uit zoet- en brakwatermilieus (bijvoorbeeld tychoplanktonische, epipelische en epifytische taxa), domineren de kiezelalgen

samenstelling. Er wordt ook een klein deel (ca. 15%) planktonische taxa uit mariene milieus aangetroffen. Fragmenten van mariene en brak-zoetwater planktonische soorten kwamen ook veel voor in het monster, samen met cysten van goudwieren (*Chrysophyceae*) en enkele pollenkorrels.

6.8.3 Monsternummer 3: boring B25B3049, KBoz:349 (tabel 6.8)

Er zijn in totaal 36 soorten aangetroffen uit de telling van 200 schaaltsjes. De meest dominante soorten zijn *Nitzschia perminuta* (14%) en *Diploneis elliptica* (13%). Hoewel het grootste deel van de soorten onbekende preferenties heeft, bestaat de gemeenschap grotendeels (ca. 40%) uit epipelische taxa uit brakke en zoet-brakke milieus. Er is ook een klein aandeel aerofiele taxa aanwezig, wat duidt op een ondieper watermilieu. Dit komt ook overeen met de presentie van epifytische soorten en de vondst van plantenresten tijdens de waardering van de monsters.

6.8.4 Monsternummer 4: boring B25B3049, KBoz:386 (tabel 6.9)

Op basis van een telling van 200 kleppen identificeren we in totaal 27 schaaltsjes kiezelalgen in dit monster. De meest dominante soort in de assemblage is de aerofiele *Diploneis interrupta* (27%), gevolgd door de tychoplanktonische *Fragilaria*

Saliniteit	Proc. abund.
marien (> 30,0‰ S)	8,6
marien-brak (18,0-30,0‰ S)	2,9
brak-marien (9,0-18,0‰ S)	-
brak (1,8-9,0‰ S)	37,6
brak-zoet (0,9-1,8‰ S)	4,8
zoet-brak (< 0,9‰ S)	33,8
zoet (< 0,2‰ S)	0,5
indifferent	1,4
onbekend	10,5

Tabel 6.8 Procentuele abundantie (proc. abund.) van diatomeeëngroepen naar saliniteit (‰ S) en leefwijze (naar Vos & De Wolf 1993) in monster B25B3049: KBoz:349 (bron: Cvetkoska 2023).

Leefwijze	Proc. abund.
plankton s.s	3,3
tychoplankton	4,3
epifyten	1
benthisch: epipelon	38,6
benthisch: epipsammon	-
benthisch: aerofiel	2,4
onbekend	50,5

Saliniteit	Proc. abund.
marien (> 30,0‰ S)	14,6
marien-brak (18,0-30,0‰ S)	6,8
brak-marien (9,0-18,0‰ S)	-
brak (1,8-9,0‰ S)	28,2
brak-zoet (0,9-1,8‰ S)	21,8
zoet-brak (< 0,9‰ S)	12,1
zoet (< 0,2‰ S)	1,5
indifferent	14,6
onbekend	0,5

Tabel 6.9 Procentuele abundantie (proc. abund.) van diatomeeëngroepen naar saliniteit (‰ S) en leefwijze (naar Vos & De Wolf 1993) in B25B3049: KBoz:386 (bron: Cvetkoska 2023).

Leefwijze	Proc. abund.
plankton s.s	8,7
tychoplankton	34,5
epifyten	1
benthisch: epipelon	7,8
benthisch: epipsammon	0,5
benthisch: aerofiel	27,7
onbekend	19,9

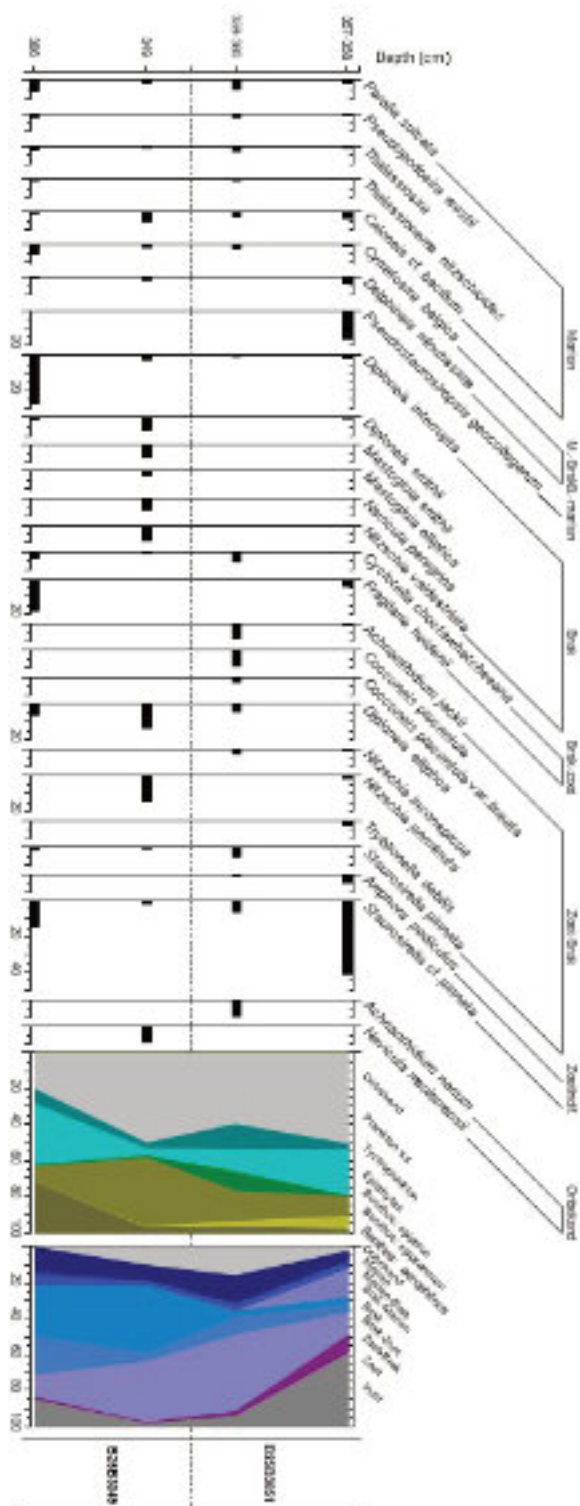
heidenii (18%) en *Staurosirella cf. pinnata* (15%). Fragmenten van *D. interrupta* kwamen ook veel voor in het monster. De diatomeeënsamenstelling wordt gedomineerd door benthische en tychoplanktonische soorten uit brakke tot brak-zoete milieus. Grote plantenresten werden tijdens de waardering ook waargenomen.

6.9 Paleolandschappelijke interpretatie

De ophogingslaag van de kerk bestaat uit een afwisseling van humeus kleiige en venige plaggen. De monsters voor het diatomeeënonderzoek en de tijdwaarderende pollenscan zijn genomen uit de kleiige plaggen en de ^{14}C -monsters uit het venige materiaal.

Uit het pollenonderzoek en de ^{14}C -analyses komt naar voren dat de ophogingslaag vanaf 1000 is gevormd. De venige, kleiige plaggen hebben een dateringsrange tussen ca. 660 en 1010. Daaruit blijkt dat het (verspitte) Hollandveen waaruit de plaggen zijn gestoken is gevormd tijdens de Vroege Middeleeuwen tot aan het begin van de Late Middeleeuwen. Het verspitte veen onder het laatmiddeleeuwse kleidek komt van de top van het Hollandveen dat aanwezig is langs de Zaan. De kleiige plaggen van de ophogingslaag zijn hoogstwaarschijnlijk afkomstig van het kleidek van de Zaan (de overslaggronden (oeverafzettingen) van de Zaan op het Hollandveen). Deze klei is onder meer aangeboord op het Hollandveen van het oostprofiel van de Wilhelminasluis en bij De Bonte Hen op het terrein van de Zaanse Schans. Alle pollenmonsters uit de verspitte kleiige plaggen bevatten roggepollen, hetgeen op een laatmiddeleeuwse datering van het kleidek op het Hollandveen wijst.

Uit de diatomeeënanalyses komt duidelijk naar voren dat het overstromingswater van de overslaggronden van de Zaan zoet-brak tot brak was. De zoet-brakke epifytische en benthische epipelische soorten kunnen geïnterpreteerd worden als de autochtone soorten die ter plaatse op het kleidek hebben geleefd. Deze soorten wijzen op oeverafzettingen, zeer natte gronden die zeer frequent overstroomd werden (benthische en epipelische soorten). Aan de waterkant van de Zaan betrof het milieu ondiep begroeid water; de epifytische soorten duiden daarop. De aerofiele diatomeeënsoort *Diploneis interrupta* wijst erop dat de klei van monster KBo2:386 is gevormd in een milieu dat wat vaker droogviel (een zoet-brakwater kwelder) en dus wat verder van de waterkant aflag. De in de monsters aangetroffen zoete diatomeeën en de zoet-brakke tychoplanktonische en planktonische diatomeeën zullen geleefd hebben in het Zaanwater; de schaalpjes van die diatomeeën zijn gesedimenteerd in het kleidek. De mariene diatomeeën zijn allochtoon; van elders afkomstig. In de Late Middeleeuwen was het vol mariene getijdenmilieu (de Waddenzee) ver weg van het Zaanse achterland.



Afb. 6.6 Stratigrafisch diagram van de meest voorkomende diatomeeëntaxa in de monsters. Beide boringen zijn weergegeven, B25B3051 (KBo2) is binnen de Oostzijderkerk gezet, B25B3049 (OKo2a) erbuiten. Saliniteitsgroepen (‰ S) en levensvormen worden ook weergegeven (bron: Cvetkoska 2023).

Om die reden is het logisch te veronderstellen dat de mariene en marien-brakke soorten afkomstig zijn van de dieperliggende getijdenafzettingen van de Wormer. De rivier de Zaan heeft de Wormerafzettingen tot maximaal 10 tot 11,5 m –NAP geërodeerd. Met het geërodeerde sediment zullen ook mariene diatomeeën uit die afzettingen in het water van de Zaan terechtgekomen zijn. Deze zijn vervolgens gesedimenteerd in het kleidek langs de Zaan.

Samengevat kan gesteld worden dat op basis van de autochtone soorten het overstromingsdek van de Zaan in een wisselend zoet tot zoet-brak tot brak milieu is gevormd (saliniteit wisselend tussen 0,9-1,8‰ S); dat het een nat oeverafzettingsmilieu betrof; dat dit milieu frequent onder water stond / overstroomde en dat de waterrand in de nabijheid permanent onder water kon staan. Gezien de ligging van de onderzoekslocatie in de Zaanstreek kwam invloed van brakwater vanuit de Zuiderzee en het IJ. De getijdenamplitude in de Zuiderzee en het IJ waren beperkt (in de orde van tientallen dm)⁴² en daarmee ook die in de Zaan. Wateropzet (hoge waterstanden) in de Zaan zullen vooral veroorzaakt zijn door stormopzet van het water in de meren van het IJ, de Wormer en de Schermer.

6.10 Resultaten van het vondstmateriaal uit de boormonsters in en rond de Oostzijderkerk

Alle kernen van de boringen binnen en buiten de Oostzijderkerk zijn in de werkruimte van Hollandia Archeologen, Zandijk gezeefd op geologisch laagniveau. De lagen uit de kernen zijn gezeefd met een zeefdiameter van 2 mm door Ron van Wezop en Peter Vos op 19 en 26 april 2023. De zeefresiduen zijn bekeken door Piet Kleij van de gemeente Zaanstad en de resultaten van de analyse zijn beschreven in tabel 6.10. Al het beschreven vondstmateriaal kwam uit de begravingsslaag van de kerk. De archeologische dateringen geven een ouderdom van de laag tussen de 16de en 18de eeuw. Uit de kleiige en venige plaggen van de ophogingslaag van de kerk zijn geen vondsten naar voren gekomen.

Monsternummer / diepte –MV	Monsterhoogte (m –NAP)	Datering	Beschrijving materiaal
OKo4:3,50-4,50	2,84-3,84	15de/16de eeuw	2 geglazuurde steengoed scherven
OKo3a:3,50-3,60	2,76-2,86	17de (18de) eeuw	1 RAW
OKo3:1,65-3,40	0,82-2,57	17de/18de eeuw	1 steengoed
OKo3:1,65-3,40	0,82-2,57	1590-1650	1 majolica
KBo2:3,50-3,58	1,62-1,70	17de/18de eeuw	1 glas, gebrandschilderd?
OKo2a:1,90-3,25	0,85-2,20	16de/17de eeuw	RAW
OKo3a:1,90-3,25	1,07-2,42	17de/18de eeuw	RAW
OKo3:1,20-1,50	0,37-0,67		schedel (mens?)

Tabel 6.10 Uitkomsten van de analyse van het uitgezeefde vondstmateriaal uit de boorkernen bij de Oostzijderkerk; RAW is roodbakend aardewerk (analyse: P. Kleij).

6.11 Geo- en archeolandschappelijke conclusies van het onderzoek bij de Oostzijderkerk

Gezien het voorgaande kunnen uit het geo- en archeolandschappelijk onderzoek bij de Oostzijderkerk de volgende conclusies worden getrokken:

- Onder de kerk is het Hollandveen bewaard gebleven. Het paleolandschappelijk onderzoek bij de Oostzijderkerk heeft zich geconcentreerd op de top van het Hollandveen en de plaggenophogingslaag van de kerk, omdat de genese van die lagen informatie geeft over de overstromingsgeschiedenis van de oevers van de Zaan.
- De oostzijde van de geulinsnijding van de Zaan ligt op ca. 25 m westelijk van de kerk. De basis van de Zaan-geulopvulling in boring B25B3o42, westelijk van de kerk (zie af . 6.4 voor de locatie), ligt rond de 8 m –NAP. De Zaan had zich daar ingesneden tot in de zandige Wormerafzettingen (af . 6.5).
- De sonderingen die tijdens restauratiewerkzaamheden in en naast de kerk zijn uitgevoerd laten zien dat de top van het pleistocene zand rond de 12,20 m –NAP ligt. Het Hollandveen komt daar voor op een diepte tussen ca. 2,5 en 4,3 m –NAP (sondering So1, af . 6.2).
- De grafiek van sondering So2 (af . 6.3) geeft aan dat het Hollandveen onder de kerk plaatselijk vergraven is (organogene opvulling tot ca. 4,9 m –NAP).
- Ook in de boringen binnen en buiten de Oostzijderkerk bestaat het onderste deel uit oligotroof veen en het bovenste deel uit rietveen.
- De rietveenvorming in de top van het Hollandveenpakket begon in de Late IJzertijd (tabel 6.1) en zette zich voort tot in de Romeinse tijd en Vroege Middeleeuwen (tabel 6.2 en 6.3).
- De eutrofe rietveenvorming geeft aan dat in die tijd het veen incidenteel met voedselrijk water werd overstroomd; dit voedselrijke water moet vanuit de (Zuidelijke?) Zaan zijn gekomen.
- De top van het rietveen bestaat uit kleiig veen. De kleiige rietveentop wijst erop dat de hierboven genoemde

overstromingen steeds vaker voorkwamen en dat het hier om oeverafzettingen van de (Zuidelijke?) Zaan moet gaan.

- ♦ Onder de Oostzijderkerk wijzen de dateringen van de top van het Hollandveen in boringen KBo2 en OKo2a (B25B3051 en B25B3049) op een ouderdom van respectievelijk 10 v.Chr. en 755 (tabel 6.1 en 6.2).
- ♦ Bij de dateringen van de (kleiige) top van het Hollandveen moet er rekening mee worden gehouden dat de top van het veen verdwenen is door oxidatie en/of afgraving. De datering van ca. 10 v.Chr. van de top van het Hollandveen uit boring OKo2a (B25B3051) is waarschijnlijk het gevolg van afgraving, gezien de iets diepere ligging van het dateringsmonster (3,14 m –NAP). Ook de grafiek van sondering So1 (afb. 6.2) laat zien dat het Hollandveen onder de kerk plaatselijk vergraven is.
- ♦ De rietveenvorming langs de Zaan zal zijn doorgegaan tot de lokale ontginningen aan het begin van de Late Middeleeuwen. Een aanwijzing hiervoor is de datering van een veenplag in de ophogingslaag van boring B25B3051 (monster KBo2:341; tabel 6.1). Deze geeft een ouderdom van ca. 1010 aan.
- ♦ De veenplag zal lokaal gewonnen zijn, wat erop wijst dat op de winlocatie de rietveenvorming doorging tot aan het begin van de Late Middeleeuwen. De veenplag kon onder de kerk goed geconserveerd blijven dankzij de afdekkende ophogingslagen die tegen oxidatie beschermden.
- ♦ De ophogingslaag van plaggen van de kerkterp is ongeveer 1,5 m dik en is op grond van de jongste datering (ca. 1010) gevormd in de periode van de Late Middeleeuwen. Dit sluit aan bij de tijdwaarderende pollenscans van de monsters uit de organogene ophogingslagen. Deze bevatten alle roggepollen (tabel 6.4 en 6.5), hetgeen op een ouderdom van na 1000 wijst.
- ♦ Het diatomeeënonderzoek aan de monsters uit de kleiige plaggenophogingslaag - binnen en buiten de kerk (KBo2 en OKo2a) - laat zien dat het hier om zoet-brakke tot brakke oeverafzettingen gaat en dat de bron van het kleiig plaggenmateriaal de lokaal aanwezige oeverafzettingen van de Zaan zijn geweest.
- ♦ De autochtone diatomeeënfloora wijst erop dat de saliniteit van het Zaanwater zoet tot zoet-brak tot brak was. Omdat het kleiige bronmateriaal na 1000 is gevormd, moet de invloed van zoutwater in de Zaan via het IJ en de Zuiderzee hebben plaatsgevonden, omdat de Noord-Hollandse kustlijn tussen Zandvoort en Egmond geheel was afgesloten door duinen en strandwallen.
- ♦ De top van de oorspronkelijke plaggenophogingslaag zal vergraven zijn tijdens de kerkbegravingen die er van de 16de tot de 19de eeuw plaatsvonden. De begravingslaag bestaat uit een vuile, humeus kleiige laag met onder meer skeletresten en hout van grafkisten.
- ♦ De begravingslaag is afgedekt met een pakket schoon-zand van ruim 1,5 m dik.

41 DINO, <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>.

42 Klok & Schalkers 1980.

7 | Geolandschappelijk onderzoek aan de boringen bij de Oude Scheepswerven Zaandam

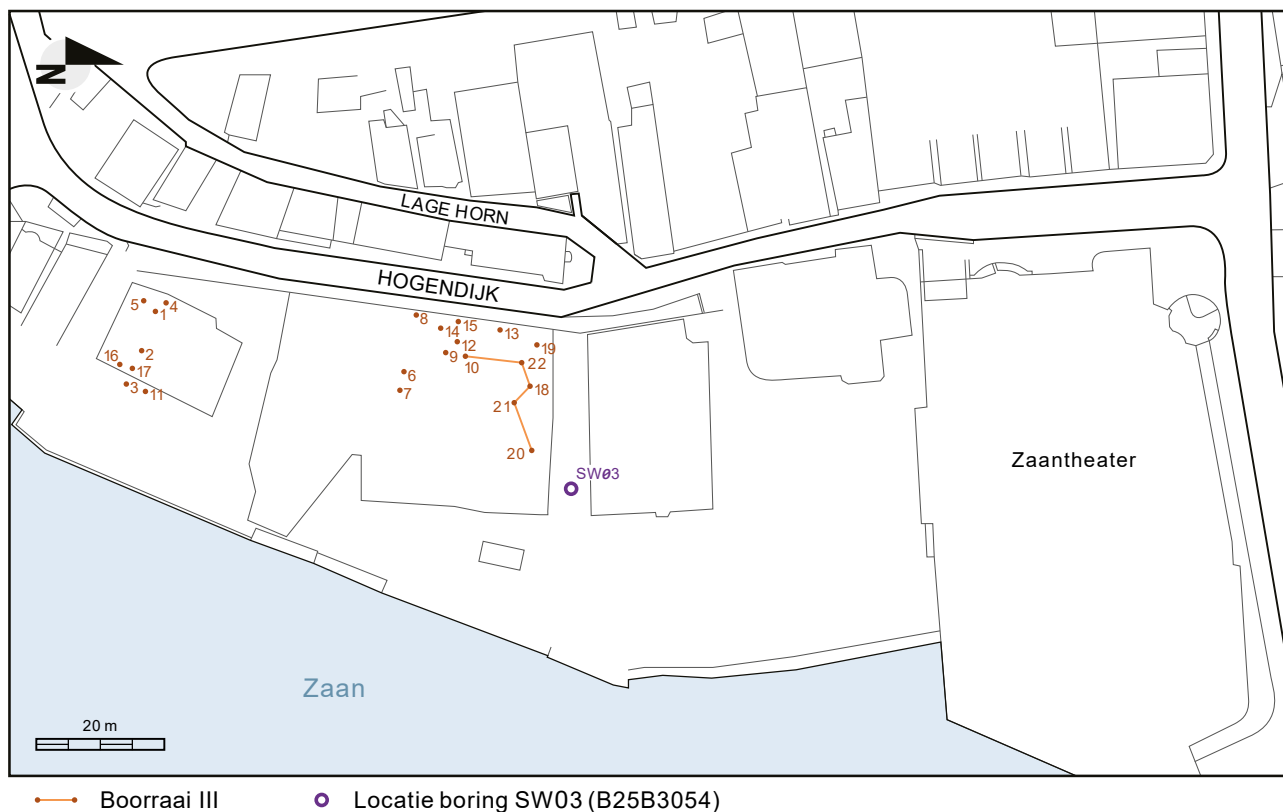
7.1 Inleiding

De voormalige Oude Scheepswerven Zaandam waren gelegen ten oosten van de Hogendijk en aan de zuidzijde van het Zaantheater (afg. 7.1 en 7.2). Op het terrein, dat nu een woonbestemming heeft, is een gutsboring gemaakt in een plantsoen tussen de woonblokken.

Doel van de handboring was de afzettingsslaag onder de Oude Scheepswerven te bemonsteren voor dateringsonderzoek. Het betreft een aanvulling op het in 2001 verschenen archeologisch rapport over de Oude Scheepswerven, waarin de afzettingen onder Scheepswerven niet gedateerd zijn.⁴³ Het aanvullende onderzoek naar de ouderdom van de Zaanafzettingen onder de Oude Scheepswerven maakt onderdeel uit

van de eerder uitgevoerde onderzoeken bij de Wilhelminasluis en de Oostzijderkerk, die als doel hadden meer inzicht te krijgen in de geschiedenis van de Zaan en de naastgelegen oeverafzettingen.

In het opgravingsrapport zijn de laageenheden onder de resten van de Oude Scheepswerven beschreven en zijn van de ondergrond geologische profielen gemaakt (zie o.a. afg. 6.5 en 7.2).⁴⁴ Onder de archeologische lagen van de scheepswerf komen veen- en detritusgyttja-lagen voor. De genese en de ouderdom van deze lagen zijn niet duidelijk. De hypothese is dat de veenlagen verslagen brokken veen zijn (mogelijk drijvende veeneilanden) en dat de detritusgyttja-lagen behoren tot de Zaan-opvullingsafzettingen (vergelijkbaar met de Zaanafzettingen die zijn aangeboord bij de Wilhelminasluis).



Afb. 7.1 Locatiekaart van de grondboringen gezet in 1998 en 1999 op het terrein van de Oude Scheepswerven in Zaandam, tussen de Zaan en de Hogendijk (bron: Dautzenberg et al. 2001, fig. 4, boorraai III).



Afb. 7.2 Kaart (Google Maps) van het terrein van de Oude Scheepswerven in 2022 met de locatie van de aanvullende boring SW03 (B25B3054).

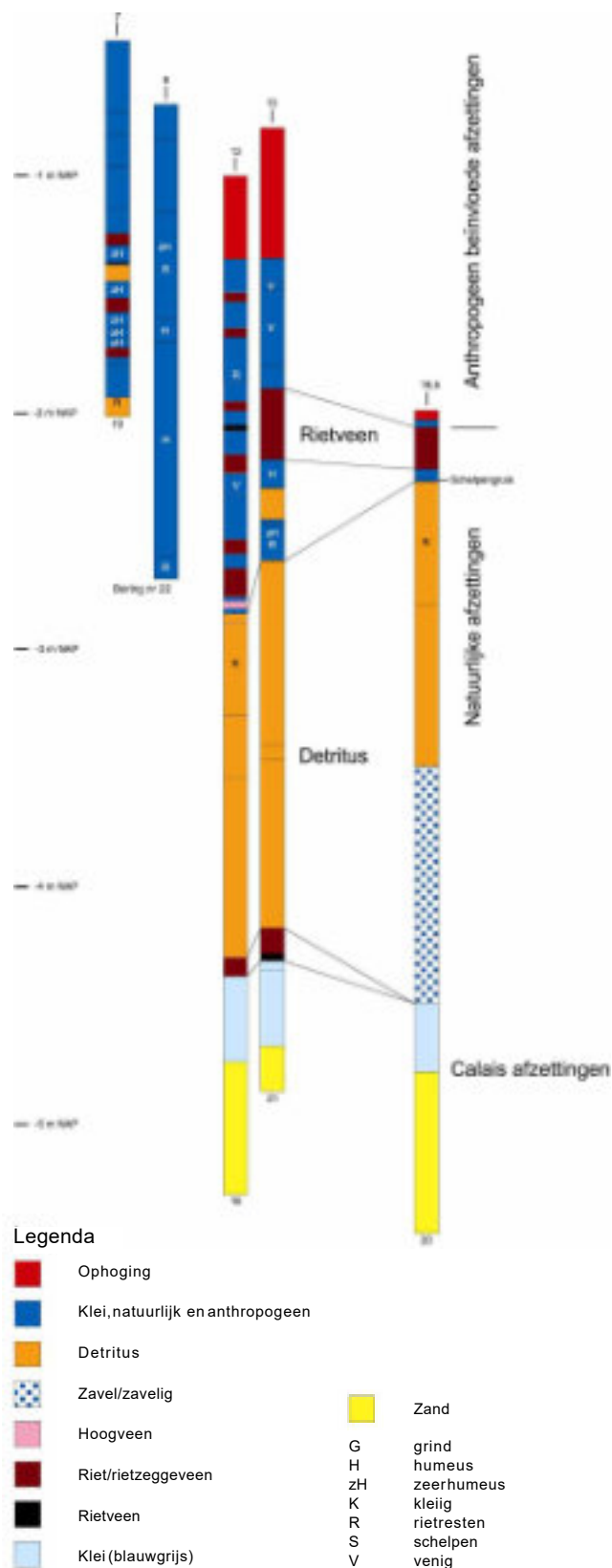
Om deze hypothese te bewijzen zijn op 25 maart 2023 in opdracht van de gemeente Zaanstad gutsboringen gezet op het terrein van de voormalige Oude Scheepswerven. Het booronderzoek is uitgevoerd op door Steven Vermoolen (Hollandia Archeologen, Zaandijk) en Peter Vos (GDN-TNO). Door de puin- en hardhoutresten van de voormalige scheepswerf in de ondergrond was het zeer lastig de dieperliggende grondlagen aan te boren. Bij één gutsboring SW03 (TNO-boornummer B25B3054) is dat wel gelukt (zie de fotobijlage). Uit de boorkernen van die boring zijn in het veld de veen- en detritusgyttja-lagen bemonsterd voor datering. De ouderdom van de veenlaag is bepaald aan de hand van ^{14}C -dateringen en een tijdwaarderende pollenscan. De periode van afzetting van de detritusgyttja van de Zaan is alleen bepaald met behulp van een tijdwaarderende pollenscan, omdat het organische materiaal in de Zaan-afzettingen verslagen detritusmateriaal betreft en een 'te vroege' datering zou opleveren.

7.2 Boorbeschrijving SW03

In boring SW03 (B25B3054) komen, van boven naar onder, de volgende lagen voor (MV –1,22 m +NAP):

- ♦ 0-2,60 m –MV (1,22-1,38 m –NAP): ophoogzand
- ♦ 2,60-3,12 m –MV (1,38-1,90 m –NAP): scheepswerflaag en antropogene opvulling
- ♦ 3,12-4,00 m –MV (1,90-2,78 m –NAP): rietveen, onderste deel mogelijk oligotroof
- ♦ 4,00-5,00 m –MV (2,78-3,78 m –NAP): Zaanafzettingen, detritusgyttja, basis fijne zandlaagjes
- ♦ 5,00-5,57 m –MV (3,78-4,35 m –NAP): Zaanafzettingen, zand gelaagd met fijne detritus
- ♦ 5,57-5,63 m –MV (4,35-4,41 m –NAP): onderkant van de Hollandveenlaag
- ♦ 5,63-6,00 m –MV (4,41-4,78 m –NAP): Wormerklei-afzetting

De boring SW03 ligt op ca. 10 tot 15 m noordoostelijk van boring 20 uit boorraai III van het Dautzenberg rapport.⁴⁵ De lithologische beschrijving van SW03 komt sterk overeen met de boringen 18 en 21 uit het profiel dat is weergegeven in afb. 7.3.



Afb. 7.3 Geologisch profiel van boorraai III (bron: Dautzenberg et al. 2001, figuur 4). Voor de locatie zie afb. 7.1.

7.3 Resultaten dateringsonderzoek

De pollen- en ^{14}C -dateringsmonsters uit boring B25B3054 hebben het veldnummer (SWo3) en de maaiveld diepte (in cm) van de boring gekregen. In de onderstaande tabellen 7.1 en 7.2 is de diepte van het monster t.o.v. NAP toegevoegd en de lithologie benoemd van de laag eenheid waaruit het monster is genomen.

^{14}C -dateringsonderzoek

Uit de Hollandveenlaag zijn vier ^{14}C -dateringsmonsters genomen waarvan de resultaten zijn weergegeven in tabel 7.1. De ^{14}C -ouderdomsbepalingen in tabel 7.1 laten zien dat het gedateerde venige materiaal ouder is dan het onderliggende stukje hout dat op de overgang van de detritusgyttja en het veen bemonsterd is. De jongere dateringen van het venige materiaal geven aan dat het hier om verplaatst of opgebracht materiaal gaat en het geen veen betreft dat in situ gevormd is. Ook het stukje hout zal gezien zijn jonge datering verplaatst/verspoeld zijn.

7.4 Pollentijdwaarderingscan

Voor een pollenstratigrafische datering van de veen- en detritusgyttja-afzettingen onder de antropogene scheepswerflaag zijn vier monsters gescand op het voorkomen van stratigrafisch belangrijke pollentypes. Het betrof met name pollen van rogge (*Secale cereale*) waarvan de teelt plaatsvond vanaf ca. 1000.

7.4.1 Monster SWo3:343-337

Het bovenste monster uit de kleiige veenlaag bevat – net als het onderliggende rietveenmonster – een relatief geringe pollenconcentratie en veel schimmelresten, die wijzen op sterk uitgedroogd veen met veel veenmossoren, heidepollen en varensoren. De boompollenassemblage van dit monster lijkt sterk op die van het vorige monster, ook hier veel beuk en haagbeuk, maar de kruidenassemblage bevat nu relatief veel antropogene indicatoren met talrijke *Liguliflorae* (paardenbloem-type), *Ranunculus acris* type (boterbloem-type) veel *Polygonum aviculare* (varkensgras), *Artemisia* (bijvoet). Als akkerplanten komen nu pollen van graan voor, nu ook met een enkele pollenkorrel van rogge en boekweit.

Datering. Rogge is kenmerkend voor de periode na 1000; boekweit is in Nederland pas in de loop van de 15de eeuw verbouwd.⁴⁶ Dit wijst erop dat de kleiige veenlaag van het bovenste pollenmonster gevormd is in of na de 15de eeuw.

7.4.2 Monster SWo3:373-377

Dit monster uit het rietveen wordt gekenmerkt door een geringere pollenconcentratie en de aanwezigheid van veel organisch materiaal. De assemblage bevat relatief grote hoeveelheden pollen van heide, grassen en sporen van varens.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte (m – NAP)	Type monster	Datering Jaren BP	2 sigma range (kal. v./n.Chr.)	Beste aanname
SWO3:343-347	Poz-167857	2,21-2,25	kleilig veen	700 ±30	1276-1388	±1286
SWO3:373-377	Poz-168026	2,51-2,55	rietveen	1495 ±30	541-643	±580
SWO3:390-393	Poz-168027	2,68-2,71	amorf veen, oligotroof?	1765 ±30	230-380 n.Chr.	±307 n.Chr.
SWO3:400-410	Poz-167602	2,78-2,88	los stukje hout	465 ±30	1410-1464	±1437

Tabel 7.1 Overzicht van de veendateringen bij de Oude Scheepswerf Zaandam uit boring B25B3054.

Monster-nummer	Diepte (m – NAP)	Type monster	Rogge	Haagbeuk	Graan	Boekweit
SWO3:343-347	2,21-2,25	kleilig veen	+	+	+	+
SWO3:373-377	2,51-2,55	rietveen	-	+	±	-
SWO3:430-433	3,08-3,11	detritusgyttja	-	+	±	-
SWO3:463-467	3,41-3,45	detritusgyttja	-	+	±	-

Tabel 7.2 Aanwezigheid van tijdindicatiepollen in de monsters van boring Oude Scheepswerf Zaandam SWO3 (B25B3054).

+ pollen waargenomen in het monster;
 ± enkele pollen waargenomen;
 - pollen afwezig in het monster.

Er is hier sprake van redelijk sterk geoxideerd hoogveen. Ook in dit geval zijn er weinig antropogene indicatoren, met enkele pollenkorrels van het *Hordeum*-type (gerst). Ook hier ontbreken rogge, korenbloem en boekweit.

Datering: Vroege Middeleeuwen.

Datering. De hoge percentages beuk en haagbeuk – in combinatie met geringe percentages antropogene indicatoren en het ontbreken van rogge – geeft aan dat de detritusgyttja gevormd is in de vroegmiddeleeuwse periode, na de Romeinse tijd (na 400 n.Chr.).

7.4.3 Monster SWO3:430-433

De pollenassemblage en daarmee ook de ouderdomsperiode van de vorming van het bovenliggende monster uit de detritusgyttja zijn identiek aan die van het onderliggende detritusgyttja-monster op 463-467 cm.

Datering: Vroege Middeleeuwen.

7.4.4 Monster SWO3:463-467

Het onderste monster uit de detritusgyttja bevat zeer talrijke en goed geconserveerde palynomorfen. In het aangetroffen boompollenspectrum – met de voor het Vroege Holoceen gebruikelijke typen (den, eik, els, hazelaar, berk, gagel) – vallen de relatief hoge percentages pollen van beuk en haagbeuk op.

De lokale flora wordt vertegenwoordigd door hoogveen/heide indicatoren met veel heide en veenmossoren. Daarnaast bevat het pollenmonster veel sporen van varens, grassen en grote hoeveelheden *Pediastrum*; dit zijn zoetwater-indicatoren.

De antropogene indicatoren zijn in relatief geringe percentages aanwezig: een enkele pollenkorrel van graan en die van *Artemisia*. Pollen van rogge, korenbloem of boekweit zijn niet aangetroffen.

Er zijn enkele fragmenten van mariene diatomeeën en een enkele dinoflagellaat gevonden en verder zijn er pollen aanwezig van *Chenopodiaceae*, die een aanwijzing zijn voor een locatie nabij de kust of een bron van marien sediment.

7.5 Paleolandschappelijke betekenis van de tijdwaarderende pollenscan

De tijdwaarderende scan van de pollenmonsters uit de gutskernen van boring B25B3054 (SWO3) geven aan dat detritusgyttja – onder de rietveenlaag – gevormd is in de tijdperiode voor 1000. In de monsters SWO3:463-467 en SWO3:430-433 zijn geen pollen van rogge (*Secale*) aangetroffen. Dit, in combinatie met de hoge percentages beuk en haagbeuk in deze twee pollenmonsters, geeft aan dat de detritusgyttja-laag gevormd is in de post-Romeinse tijd en voor de Late Middeleeuwen. De hoogveenindicatoren geven aan dat er in de detritusgyttja veel verspoelde pollen aanwezig zijn, afkomstig uit de nabijgelegen hoogvenen van de Zaanstreek. De mariene indicatoren kunnen afkomstig zijn uit geërodeerd sediment van de Wormer en het Oer-IJ. De dunne zandlaagjes aan de basis van de detritusgyttja wijzen ook op verspoelde mariene sedimenten van de Wormer of Oer-IJ.

Ook het onder de rietveenlaag gelegen veenmonster SWO3:373-377 cm moet voor het jaar 1000 zijn gevormd, gezien het ontbreken van roggepollen in het monster. Het bovenste veenmonster SWO3:343-337 cm, de rietveenlaag, bevatte daarentegen wel roggepollen en ook boekweitpollen. De aanwezigheid van boekweit wijst op

een ouderdomsperiode vanaf de 15de eeuw voor de top van deze kleiige rietveenlaag. De top van het (opgeworpen) veen wordt geïnterpreteerd als een oude veenbodem van (vlak) voor de periode voor de scheepswerf. De uitdrogingsverschijnselen (schimmels) die zijn waargenomen in de pollenscan – waarschijnlijk veroorzaakt door kunstmatige ontwatering door de mens – en ook de antropogene indicatoren (granen en pollen van het paardenbloem- en boterbloemtype, varkensgras en bijvoet) duiden daar ook op.

De resultaten van de tijdwaarderende pollenscan van de monsters, genomen uit de detritusgyttja-afzettingen van de Oude Scheepswerven, wijken duidelijk af van de tijdwaarderende scan van de monsters uit de boringen langs het oostprofiel van de Wilhelminasluis. Van de boringen uit het oostprofiel bevatten alle pollenmonsters van detritusgyttja uit de Zaanafzettingen roggepollen, en dat tot een diepte van ruim 10 m – NAP. De Zaanafzettingen langs het oostprofiel zijn dus jonger (Late Middeleeuwen/ Nieuwe Tijd) dan die aan de westzijde van de Zaan bij de Oude Scheepswerven (post-Romeins, Vroege Middeleeuwen). De detritusgyttja-afzettingen van de Zaan bij de Oude Scheepswerven kunnen dus geïnterpreteerd worden als relatief vroege Zaanafzettingen. De basis van de detritusgyttja-afzettingen bevat fijne zandlaagjes die wijzen op stromend water. Tijdens de vorming van laag veendetritus zal de stroming op deze locatie minder geworden zijn. De roggepollen in de detritusgyttja-afzettingen uit het oostprofiel duiden op jongere opvullingsafzettingen van de Zaan (vorming na 1000) in vergelijking met die bij de Oude Scheepswerven Zaandam (voor 1000).

7.6 Geo- en archeolandschappelijke conclusies Oude Scheepswerven Zaandam

Uit het geo- en archeolandschappelijk onderzoek bij de Oude Scheepswerven Zaandam kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het handboren, met als doel monsters te verzamelen voor dateringsonderzoek, was in de huidige plantsoenen op het terrein van de Oude Scheepswerven Zaandam (ten zuiden van het Zaantheater) bijzonder lastig. Door het voorkomen van oude harde stukken eikenhout in de scheepswerflaag, direct onder het ophoogzand, was het moeilijk om door die laag heen te boren.
- Bij één handboring is dat wel gelukt (boring B25B3054; veldnummer SWO3) en zijn de onderliggende afzettingen aangeboord. Uit deze boring zijn monsters genomen voor dateringsonderzoek.
- De basis van de scheepswerflaag lag op 1,90 m – NAP. Daaronder kwam een (antropogene) ophogingsveenlaag voor tot een diepte van 2,78 m – NAP. Deze laag lag op afzettingen van veendetritus, die tot de Zaanafzettingen gerekend worden. Aan de basis van deze laag komen zandlaagjes voor (verspoeld Wormerzand). Deze laag ligt erosief op de onderkant van het Hollandveen dat op een diepte ligt tussen de 4,35-4,41 m – NAP. Onder het laagje Hollandveen is de blauwgrijze Wormerklei aangeboord tot een diepte van 6,0 m – NAP (zie profielen in de afb. 6.4, afb. 6.6 en afb. 7.2).
- Uit de veenlaag – op de detritusgyttja-laag van de Zaan – zijn monsters genomen voor ¹⁴C-onderzoek en een tijdwaarderende pollenscan. In de detritusgyttja-afzettingen van de Zaan zijn alleen monsters voor een tijdwaarderende pollenscan genomen.
- De tijdwaarderende pollenscan van de Zaanafzettingen (tabel 7.2) geeft aan dat de detritusgyttja-laag is gevormd in de Midden- tot Laat-Romeinse tijd (na ca. 200 n.Chr.) en voor de Late Middeleeuwen. Dit kan worden geconcludeerd door de aanwezigheid van haagbeukpollen (die alleen post-Romeins kunnen zijn) en het ontbreken van roggepollen (die pas vanaf de Late Middeleeuwen voorkomen).
- Het onderste deel van de veenlaagdateringen – op de detritusgyttja – heeft een datering van ca. 307 en 580 n.Chr. (tabel 7.1). De laag dateert van vóór 1000 n.Chr., omdat roggepollen in het onderste deel van de veenlaag afwezig zijn (tabel 7.2).
- De top van de veenlaag – op de detritusgyttja – bevat wel roggepollen en is dus gevormd na 1000. Het ¹⁴C-gedateerde organisch materiaal in de top van de veenlaag bevestigt dit en geeft een ¹⁴C-ouderdom rond 1286 (SWO3:343-347; tabel 7.1). Het betreft hier dus gedateerd organisch materiaal van tijdens of na de tijd van de grote veenontginningen in de Zaanstreek.
- De pollen uit de kleiige matrix van het monsterniveau SWO3:343-347 (tabel 7.2) geeft een nog jongere ouderdom dan de ¹⁴C-datering; namelijk in of na de 15de eeuw; dit op basis van het voorkomen van boekweitpollen in de tijdwaarderingscan.
- De kleiige veenlaag wordt geïnterpreteerd als een bodemniveau direct onder de scheepswerflaag, waar jongere pollen in de klei gemengd zijn met ouder weinig materiaal. Door de diepe ligging onder de oude scheepswerflaag is dit organische niveau gevrijwaard van latere oxidatie.
- Opvallend is dat het stukje hout dat aangeboord is tussen de veenlaag en de veendetrituslaag van de Zaan een jonge datering oplevert: ca. 1437. Dit is jonger dan het bovenliggende veen. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de bovenliggende veenlaag ophogingsmateriaal betreft dat van elders afkomstig is en is aangebracht door de mens. Een andere mogelijke verklaring is dat het een verslagen drijvende veenbrok is geweest die aan de westoever van de Zaan tot afzetting is gekomen. Een argument dat voor ophoging pleit (het dempen van de

westoever van de Zaan) is dat de boringen gezet zijn ten tijde van het scheepswerfonderzoek een afwisseling van veenlagen, klei, veendetritus en detritusgyttja laten zien (af . 7.2).⁴⁷ Deze ophoging van veenbrokken in het profiel is erg onregelmatig (veel verschillende laagjes). De tussenliggende klei wordt als 'natuurlijk en antropogeen' beschreven, wat er ook op duidt dat het geen logische natuurlijke klei-veensequentie betreft en dit klei-veen-detrituspakket door mensenhand zal zijn aangebracht.

- ♦ De conclusie luidt dat de scheepswerflaag ligt op antropogeen ophogingsmateriaal, en dat weer ligt op Zaanafzettingen, daterend uit de periode van de Laat-Romeinse tijd en Vroege Middeleeuwen.
- ♦ De Zaan-opvullingsafzettingen (detritusgyttja) bij de Oude Scheepswerven zijn ouder (voor 1000) dan de Zaan-opvullingsafzettingen die zijn aangeboord in het oostprofiel bij de Wilhelminasluis (na 1000). Deze conclusie is gerechtvaardigd op basis van het niet/wel voorkomen van roggepollen in de Zaan-opvullingsafzettingen op deze locaties.
- ♦ Deze ouderdomsbepalingen van de opvullingen aan de west- en oostzijde van de Zaan wijzen op een verplaatsing van de riviergeul van west naar oost; van het gebied bij de Oude Scheepswerven naar het oostprofiel bij de Wilhelminasluis.

43 Dautzenberg et al. 2001.

44 Idem.

45 Idem.

46 Waajen-Labee 2025.

47 Dautzenberg et al. 2001.

8 | Booronderzoek in de Engewormer- en de Starnmeerpolders

8.1 Inleiding

Het booronderzoek in de Engewormer en de Starnmeerpolder is een aanvulling op het onderzoek naar de geschiedenis van de Zaan dat in de afgelopen jaren bij de locaties Wilhelminasluis, Oostzijderkerk en Oude Scheepswerf Zaandam is uitgevoerd (hoofdstukken 4 t/m 6).

Doel van het booronderzoek in de noordelijk van Zaandam gelegen polders was om oude lopen te ontdekken van riviertjes in deze voormalige veengebieden: veenriviertjes die in verbinding stonden met de rivier de Zaan. De Engewormer en het Starnmeer zijn na 1000 veenmeren geworden die onderdeel waren van de naastgelegen grote veenmeren van de Wijdewormer en de Schermer. Al deze meren zijn in de 17de eeuw drooggelegd.

In deze droogmakerijen is het oorspronkelijke Hollandveen voor het grootste deel verdwenen. Het maaiveld in de polders ligt tussen de ca. 3,0 en 3,4 m –NAP. Onder de afzettingen op de meerbodem en een nog aanwezig veenrestant van het Hollandveen komen de oude getijdenafzettingen van het Laagpakket van Wormer voor. De top daarvan ligt op een diepte tussen de ca. 4,1 en 4,4 m –NAP.

Bij het booronderzoek werd de vraag gesteld of of de oorspronkelijke veenriviergeulen zich – vóór de meerfase – hadden ingesneden tot in de Wormerafzettingen en daar een restgeulvulling hadden achtergelaten. Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn in de Engewormer en de Starnmeerpolder twee boorraaien gezet (zie afb. 8.1 en 8.3) met behulp van een gutsboor (diameter 3 cm). Het booronderzoek is uitgevoerd door Steven Vermoolen (Hollandia Archeologen, Zaandijk) en Peter Vos (GDN-TNO) op 2 april en 3 mei 2023.

8.2 Resultaten van het booronderzoek

8.2.1 Engewormer

In de Engewormer zijn in totaal elf boringen gezet met een onderlinge boorafstand van ca. 50 m en een boordiepte van maximaal 2,30 m onder het maaiveld (afb. 8.1 en 8.2). De bovengrond bestond uit een sterk humeuze kleilaag met een dikte variërend tussen ca. 30 en 60 cm. Daaronder kwam in alle boringen een detrituslaag voor die bestond uit

verslagen Hollandveenmateriaal. In de detritusafzetting kwamen in een aantal boringen ook zoetwaterslakjes voor (overwegend *Valvata*). Zowel de humeuze klei als de veen-detritus waren meerbodemaafzettingen die zijn gevormd na het ontstaan van de Wormer in de 11de/12de eeuw.

De meerbodemaafzettingen lagen erosief op de onderliggende lagen. In het zuidelijk deel van de boorraai (traject boornummers B25B3057-B25B3055, afb. 8.2) ontbrak het Hollandveen en lag de detrituslaag direct op de Wormerafzettingen. De top van de Wormerafzettingen was niet of nauwelijks geërodeerd door stroming en golfwerking van het veenmeer. De licht humeuze en rietdoorwortelde kleilaag van de Wormer – die zich in de hele regio direct onder het Hollandveen bevindt – was namelijk nog in alle boringen aanwezig. In het noordelijk deel van de boorraai (traject boornummers B25B3061-B25B3063) was de basis van het Hollandveen wel bewaard gebleven. Onder de detrituslaag kwam daar nog een intact veenlaagje voor van ca. 20 cm dik.

Met het booronderzoek is geen insnijding van een riviergeul in de Wormerafzettingen aangetoond. De veenrivier van de Zaan naar de Wormer lag dus in het Hollandveen dat met het ontstaan van het meer verdwenen is. De erosiebasis van het veenmeer lag rond 4,2 m –NAP; de top van het oorspronkelijke veenoppervlak wordt geschat tussen de 2 en 3 m +NAP. Dit betekent dat de verdwenen veenrivier in het Hollandveen niet dieper geweest kan zijn dan ca. 6 m –NAP.

In boring B25B3057 (veldnummer B3) bedroeg het diepste niveau van de erosiebasis van de veendetritus 4,38 m –NAP en was het Hollandveen volledig opgeruimd. Het is goed mogelijk dat bij deze locatie de oorspronkelijke veenrivier gelegen heeft.

8.2.2 Starnmeer

In de Starnmeerpolder zijn in totaal 10 boringen gezet in een raai met een onderlinge boorafstand die varieerde tussen 50 en 100 m (afb. 8.3 en 8.4). De boordiepte lag tussen de 1,85 en 3,50 m onder het maaiveld.

De resultaten van het booronderzoek in de Starnmeer komen in grote lijnen overeen met die in de Engewormer. In de top komt een organisch rijke humeuze klei voor die varieert in dikte van 20 tot 70 cm. In het oostelijk deel van de boorraai (traject boornummers B19B2095 en B19B2096, afb. 8.4) ligt



Afb. 8.1 Locatiekaart van het geologisch noord-zuidprofiel door de Engewormer.

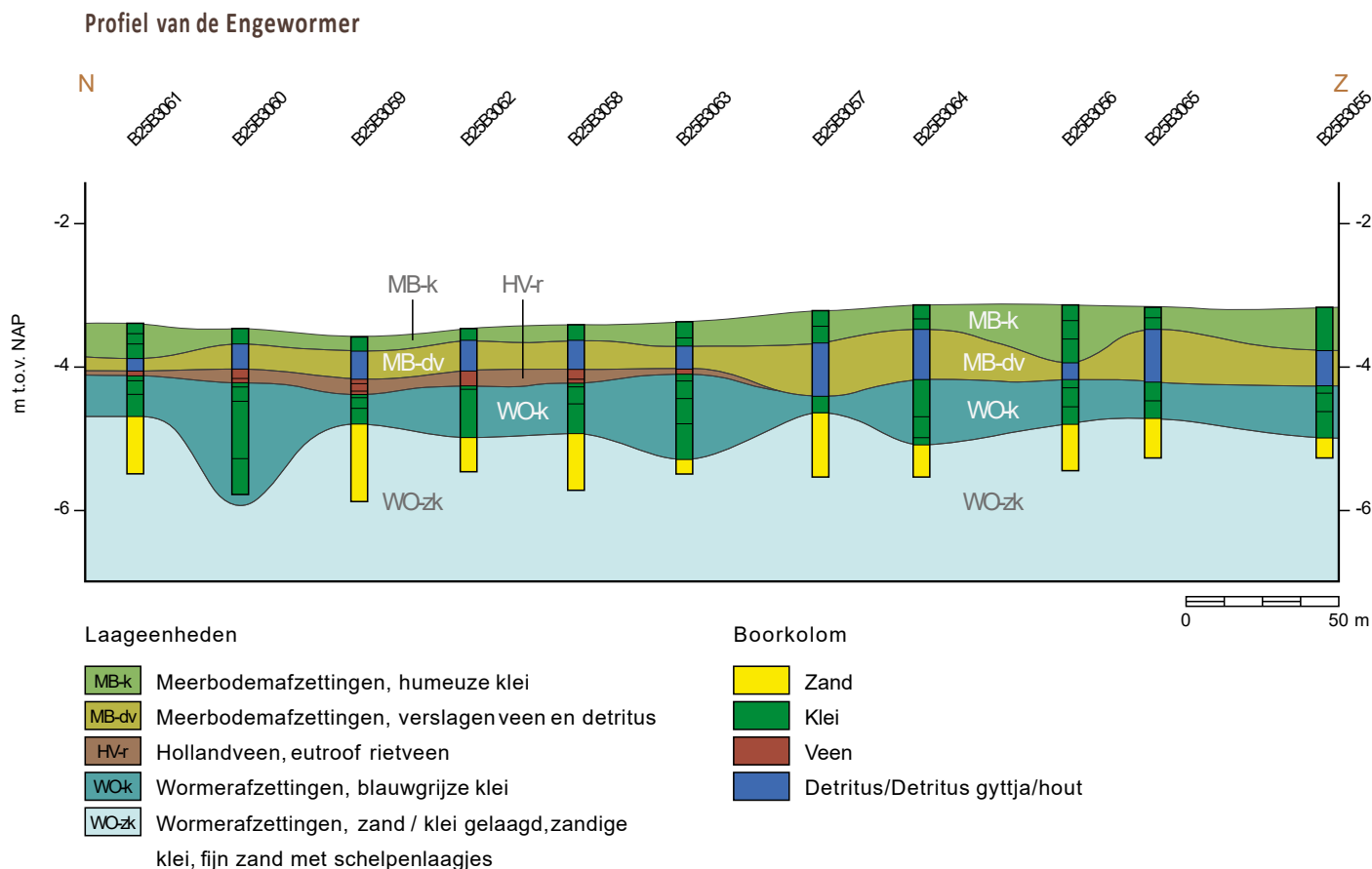
deze klei direct op het Hollandveen. De top van de Hollandveenlaag bestaat uit oligotroof veen met plantenresten van wollegras, heide en veenmos. De basis van het Hollandveen wordt gevormd door rietveen. De overgang van het Hollandveen naar de Wormerafzettingen ligt daar rond de 4,25 m –NAP.

Aan de westkant van de raai (traject boornummers B19B2100-B19B2102, af . 8.4) komt tussen de afdekkende humeuze kleilaag en het Hollandveen een zandig traject voor (laag MB-z). In het zand komen humeuze laagjes en veendetritus voor. De afdekkende humeuze kleilaag en het zandige traject op het Hollandveen zijn meerbodemaafzettingen van het Starnmeer. De zandlaag ligt in de westelijke bocht van het Starnmeer. Waarschijnlijk is in deze 'buitenbocht' de waterstroming binnen het meer sterker geweest en kon daar zand door de stroming worden meegevoerd dat bij afname van de stroomsnelheid werd afgezet.

Bijzonder is boring B19D2104. Aan de basis van de afdekkende humeuze kleilaag, die daar 60 cm dik is, komen schelpresten en gruis voor van *Cerastoderma edule* (kokkel). Ook komen er

enkele intacte dubbelkleppige juveniele exemplaren voor die wijzen op een broedval in een brak, zandig getijdenmilieu (ingraven van jonge kokkeltjes in de bodem na de larvale fase in het getijdenwater). De aanwezigheid van de dubbelkleppige juveniele kokkels wijst erop dat het gaat om zeer lokaal verspoeld schelpmateriaal dat nauwelijks verplaatst is, mogelijk afkomstig van een oude getijdenkreek van het Oer-IJ of uit de onderliggende Wormerafzettingen. In het geval van herkomst van een kreek van het Oer-IJ – die tijdens de meerbodemfase is opgeruimd – zou deze kreek in verbinding hebben gestaan met het Oer-IJ bij Uitgeest via de Stierop. Onder de schelphoudende klei komt riethoudend veen voor met een losse structuur. De basis van dit veen ligt relatief diep op 4,65 m –NAP. De interpretatie is dat het hier om erosief ingesneden meerbodemaafzettingen gaat, waarvan het verspoelde veen de basis vormt. De losse veenstructuur en de relatief grote diepte zijn de argumenten voor de aanname dat het hier verspoeld veen betreft.

De meest westelijke boring B19D2103 (veldnummer SM09) in de raai is gezet op de veenoever van het voormalige



Afb. 8.2 Geologisch noord-zuidprofiel door de Engewormer. Locatie, zie afb. 8.1.

meer. Het maaiveld ligt daar op 1,77 m –NAP terwijl het bodemoppervlak in het drooggelegde Starnmeer tussen de 3,0 en 3,65 m –NAP ligt. Het kleidek bestaat uit een stugge overslagklei vanuit het IJ, de Crommenije en het Uitgeestermeer (bodemkundige naam: ‘pikklei’). Deze kleilaag is 45 cm dik. Daaronder bevindt zich rietveen (met de waterplant galigaan) waarvan de top geoxideerd is. Het rietveepakket is 90 cm dik. Onder dit rietveen komt roodbruin oligotroof veen voor, het Hollandveen. De basis van de in totaal 2,17 m dikke Hollandveenlaag op de Wormerafzettingen bestaat weer uit rietveen.

De rietveetop van het Hollandveen wijst op een eutrofiëring van het veenmilieu na een fase van voedselarme veenvorming. De laagopeenvolging in het Hollandveen (van voedselrijk veen, op voedselarm veen, op voedselrijk veen) is vergelijkbaar met de veensequentie uit het oostprofiel bij de Wilhelminasluis en die bij De Bonte Hen op de Zaanse Schans. De verklaring voor de eutrofiëring van het veen in het Starnmeer (nabij boorlocatie B19D2103) is dat – tussen de omliggende hoogveenboekpels in de Woudpolder en het Jisperveld – het afwateringssysteem van de Noordelijke

Zaan zich daar ontwikkelde. Bij de afvoer van hoog water, in combinatie met opgestuwd getijdenwater vanuit het Oer-IJ en de Stierop, werd het omliggende veenland overstromd. Het voedselrijke overstromingswater zorgde voor de omslag van oligotroof- naar eutroof rietveen. De veenomslag is bij de boorlocatie SMog (B19D2103) gedateerd en heeft een ouderdom rond 1000 v.Chr. (tabel 9.36).

8.3 Geolandschappelijke conclusies van het onderzoek in de Engewormer- en Starnmeerpolders

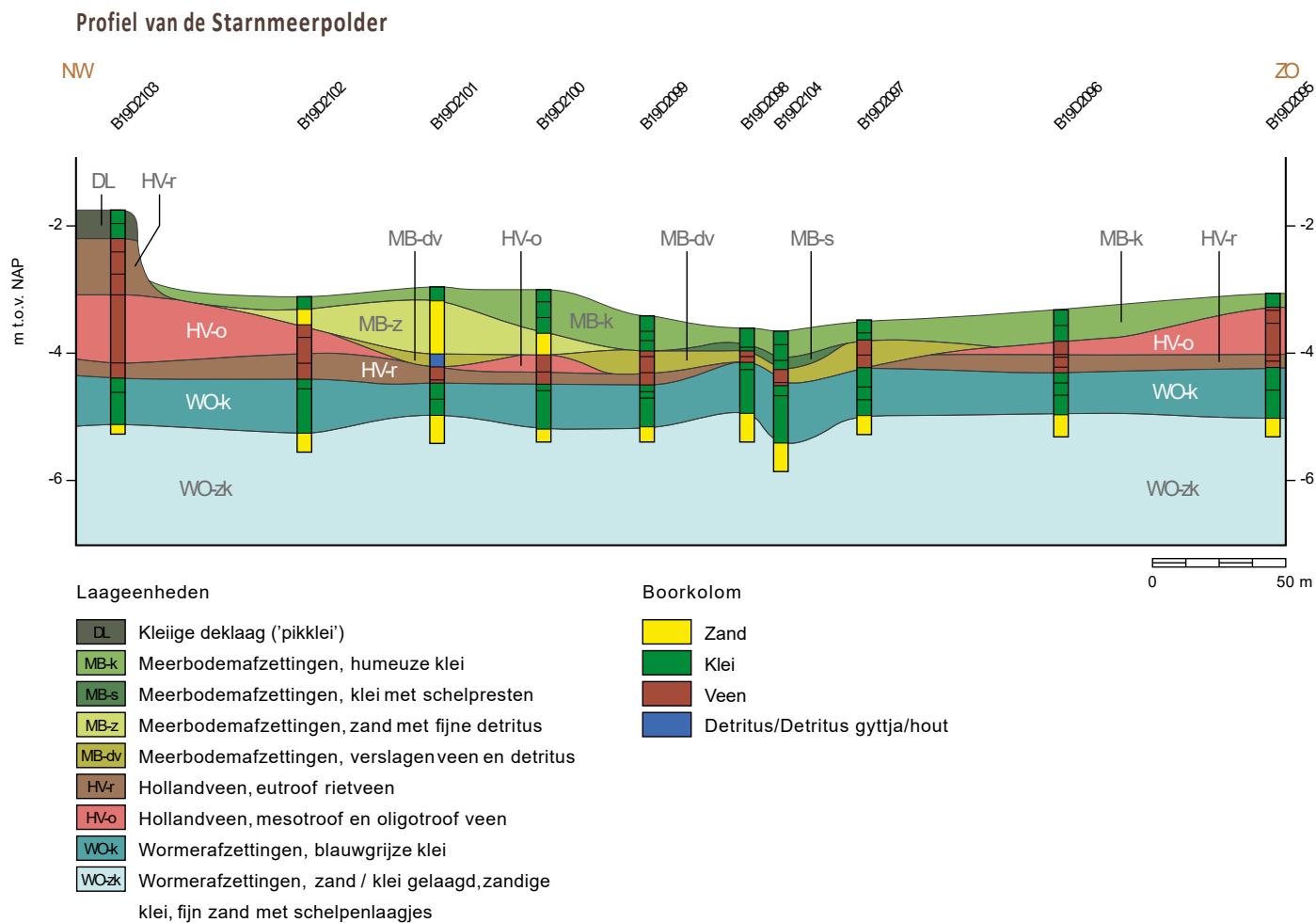
Uit het geolandschappelijk onderzoek in de Engewormer en de Starnmeerpolder kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- Het booronderzoek in de Engewormer en de Starnmeerpolder heeft inzicht gegeven in de bodemopbouw van deze droogmakerijen, oude veenmeren die zich daar in de 11de en 12de eeuw hadden gevormd en in de 17de eeuw zijn drooggelegd.



Afb. 8.3 Locatiekaart van het geologisch west-oostprofiel door de Starnmeerpolder.

- ♦ In de Engewormer is in de dwarsraai door de polder (af . 8.1 en 8.2) geen geulinsnijding van een veenrivier in het Wormer Laagpakket gevonden. Dit houdt in dat de oorspronkelijke veenrivier zich niet dieper had ingesneden dan tot in het onderste deel van het Hollandveen en – uitgaande van een voormalig veenoppervlak van 2 tot 3 m +NAP – de veenrivier niet dieper is geweest dan 5 tot 6 m onder het toenmalig maaiveld.
- ♦ De bodemopbouw van de Starnmeer is vergelijkbaar met die van de Engewormer. Ook hier is geen geulinsnijding van een veenrivier in het Wormer Laagpakket gevonden (af . 8.3 en 8.4). De kleine erosieve insnijding bij boring B19D2104 in het geologisch profiel van de Starnmeer betreft, gezien de laagopeenvolging, meerbodemerrosie (verslagen veen aan de basis).
- ♦ In de Starnmeer lijken in boring B19D2104 mogelijk nog verspoelde schelpresten van een getijdenkreek van het Oer-IJ aanwezig te zijn. De aanwezige dubbel-kleppige, juveniele *Cerastodermaedules*schelpjes wijzen op een zeer lokale verspoeling van schelpmateriaal. Indien het hier om verspoelde kreekafzettingen gaat, betreft het een brakwaterkreek uit de IJzertijd met een waterloopverbinding via de Stierop naar het getijden-systeem van het Oer-IJ bij Uitgeest.
- ♦ De veronderstelde veengeul (kreek) in het Starnmeer had een maximale diepte van 6 m ten opzichte van het toenmalige maaiveld en zal waarschijnlijk niet breder geweest zijn dan 10 tot 15 m.
- ♦ Uit de veronderstelde veengeul (kreek) in het Starnmeer ontwikkelde zich de Noordelijke Zaan, die via de Stierop en het Uitgeestermeerin verbinding stond met de Oer-IJ hoofdgeul de Dye.
- ♦ De eutrofiëring van het veen (door de invloed van de Noordelijke Zaan) bij de boorlocatie B19D2103 (SM09) begon rond 1000 v.Chr. (tabel 9.36).



Afb. 8.4 Geologisch west-oostprofiel door de Starnmeerpolder. Locatie, zie af . 8.3.

9 | Daterings- en paleo-ecologisch onderzoek langs de Zaan

9.1 Inleiding

De Zaan is een veenrivier, die zich heeft ingesneden in een dik pakket Hollandveen. Het pakket Hollandveen bestaat aan de basis, op ca. 4,5 m –NAP, uit een laag rietveen met daarop een laag oligotroof veen. De rietveenvorming startte in de Zaanstreek rond 3300 v.Chr. en de oligotrofe veenvorming vanaf ca. 3150 v.Chr. (tabel 5.12 en tabel 5.15). Langs de Zaan heeft zich op het oligotrofe veen weer een laag rietveen gevormd die vaak wat kleiig van samenstelling is. De omslag van de oligotrofe veenvorming naar rietveenvorming wijst op eutrofiëring van het veen en daarmee op de directe invloed van de Zaan. Het rietveen ging zich vormen langs de Zaan wanneer het overspoeld werd met voedselrijk water. Deze (kleiige) rietveengronden worden overslaggronden (*overbank deposits*) van de Zaan genoemd.

Door de overgang van oligotrofe veenvorming naar rietveenvorming te dateren kan bepaald worden wanneer op de betreffende locatie de rivier de Zaan zijn invloed liet gelden en dus in de directe nabijheid van de veenlocatie moet hebben gelopen.

Met een veendateringsonderzoek langs de Zaan kan de vraag beantwoord worden of de noordelijke- en zuidelijke lopen van de Zaan een verschillende ouderdom hebben. In dat geval kan ook worden bepaald wanneer deze waterlopen met elkaar in verbinding kwamen te staan. De Noordelijk Zaan liep van wat we nu kennen als de Wijde Stierop via het Starnmeer naar Oostknollendam; de Zuidelijke Zaan van de Hembrug via de Wilhelminasluis naar de Zaanse Schans.

Om de overslaggronden van de Zaan te kunnen dateren zijn langs de Zaan in het najaar van 2023 tussen de Wilhelminasluis en de Starnmeerpolder 10 boringen gezet (Zaanboringen ZBo1 t/m ZBo9 en boring SMO9 in de Starnmeerpolder). Deze boringen zijn een aanvulling op de diepere boringen met ouderdomsgegevens die eerder al waren gezet bij de Wilhelminasluis (WSBo2, WSBo3 en WSB18). Ook zijn de dateringsgegevens gebruikt uit de boring bij De Bonte Hen (BH) die gezet is bij de Zaanse Schans.⁴⁸ In het voorjaar van 2025 is, ten behoeve van de datering van de overslaggronden van de Zaan, de boorset nog aangevuld met vijf boringen (Zaanboringen ZB10 t/m ZB14). Voor de data en de locaties van de gehele Zaan-boorset, zie tabel 9.1 en afb. 9.1.

Uit de boorkernen zijn van de venige overslaggronden en de onderliggende oligotrofe venen ¹⁴C-monsters genomen ten behoeve van ouderdomsbepalingen. Naast de daterings-monsters zijn uit deze boringen ook monsters genomen voor een tijdwaarderende pollenscan en paleomilieu-onderzoek met behulp van diatomeeën.

De pollenassemblage in de monsters geeft geen absolute ouderdom aan, maar kan wel een ouderdomsperiode aanduiden. Daarmee vormt deze periodisering met behulp van de pollenscan een aanvulling op het ¹⁴C-dateringsonderzoek. De diatomeeënmonsters uit de boorkernen zijn vooral genomen om een indicatie te krijgen over de saliniteit van het Zaanwater tijdens de veenvorming (zie voor de beschrijving van de gebruikte laboratoriummethoden hoofdstuk 4).

Voor de bemonstering ten behoeve van de datering en het paleo-ecologisch onderzoek werden eerst de potentiële locaties langs de Zaan verkend door middel van een gutsbooronderzoek. De diepte onder het maaiveld van de laaggrens tussen oligotroof en eutroof rietveen werd op de testlocaties vastgelegd en vervolgens werd op basis van de verkenningsresultaten een keuze gemaakt voor de locaties waar de bemonstering zou plaatsvinden.

Van de geselecteerde locaties voor de bemonstering werden sedimentbeschrijvingen van de boringen gemaakt; deze zijn vervolgens ingevoerd in de DINO-database van TNO.⁴⁹ De Zaanboringen kregen daarbij een veldnummer en een TNO-boornummer (tabel 9.1).

Na de boorverkenning volgde de bemonstering door middel van een guts. Voor iedere monstercampagne waren vijf gutsen van 1 m lang en 3 cm in diameter beschikbaar. Uit de gutsen werd de laagovergang tussen oligotroof en eutroof rietveen bemonsterd. De gutsen werden vervolgens in het veld ingetaped met plasticfolie en meegenomen naar beschrijfruimte voor sediment van TNO in Utrecht. Daar werden ze geopend en werd er monstermateriaal uitgenomen.

9.2 Resultaten daterings- en paleo-ecologisch onderzoek uit de boormonsters langs de Zaan

De geologische laagopbouw langs de oevers van de Zaan bestaat van boven naar onder uit:

TNO-boornummer	Veldnummer	X-coör.	Y-coör.	MV in m +/- NAP	Boordiepte in m	Veenovergang v/n Chr.	¹⁴ C-monsters	Pollen-monsters	Diat.-monsters
B25B3066	ZBo1	116595	497695	+0,19	4,0	±570 n.Chr.	2	3	2
B25B3067	ZBo2	116398	487994	-0,08	3,0	±300 n.Chr.	3	3	2
B25D2112	ZBo3	115458	500399	-1,2	3,85	±2050 v.Chr.	5	3	1
B25D2113	ZBo4	114751	500848	-0,95	3,0	±1900 v.Chr.	3	3	-
B25D2114	ZBo5	114511	503010	-1,54	2,8	±600 v.Chr.	3	3	1
B25D2115	ZBo6	114138	503057	-0,85	2,8	±650 v.Chr.	4	5	1
B25D2216	ZBo7	115213	500283	-0,7	4,0	±1900 v.Chr.	5	5	1
B25B3068	ZBo8	115678	499330	-0,33	4,0	±600 v.Chr.	4	3	-
B25B3069	ZBo9	116274	496079	-0,11	4,0	?	6	5	2
B25B3072	ZBo10	115895	497569	+0,09	3,9	±100 v.Chr.	4	3	1
B25B3073	ZBo11	115811	497387	-0,07	2,8	±400 v.Chr.	4	-	-
B25B3074	ZBo12	115853	496891	-0,22	2,8	±50 n.Chr.	2	-	-
B25B3075	ZBo13	116066	497169	-0,61	2,95	±250 n.Chr.	2	-	-
B25B3076	ZBo14	116053	497333	+0,31	4,5	±350 n.Chr.	5	-	-
B25D2103	SMo9	114456	504342	-1,77	3,5	±1000 v.Chr.	6	7	-2
B25B1567	BH	116030	499090	-1,0	3,6	±1300 v.Chr.	5	-	-
B25B3029	WSBo2	116830	494838	+1,76	7,24	±600 v.Chr.	8	-	-
B25B3030	WSBo3	116826	494844	+1,85	7,15	±500 v.Chr.	7	-	-
B25B3043	WSB18	116875	494757	+2,9	6,1	±500 v.Chr.	6	-	-

Tabel 9.1 Overzichtstabel van de boornummers (veld- en TNO-nummer) van de Zaanboringen (ZB) aan de west- en oostzijde van de Zaan met daarbij de gegevens van RD-coördinaten, dieptebereik en de aantallen monsters die geanalyseerd of gescand zijn door de laboratoria. Bij de diatomeeënmonsters worden per boringen alleen de aantallen monsters vermeld die diatomeeën bevatten.

- ♦ Afdekkende bovenste kleilaag: stugge, zware klei die de oude bodemkundige naam 'pikklei' heeft.
- ♦ Rietveenlaag, kleiige rietveenlaag en/of venige rietklei-laag: Zaan-oeverafzettingen of overslaggronden.
- ♦ Oligotroof veen: voedselarm hoogveen met plantenresten van heide, veenmos en wollegras.
- ♦ Rietveen: eutrofe veenbasis van het Hollandveenpakket.
- ♦ Top van de Wormer getijdenafzettingen: blauwgrijze mariene klei.

Uit deze afzettinglagen zijn monsters genomen voor het daterings- en paleo-ecologisch onderzoek, door middel van ¹⁴C-datering, tijdwaarderende pollenscans en diatomeeën-onderzoek. De resultaten zullen hier op volgorde van de veldboornummers gepresenteerd en besproken worden: eerst die van de Zaanboringen ZBo1 t/m ZB14, dan de Starnmeerboring SMo9, de boring bij De Bonte Hen (BH) en de boringen bij de Wilhelminasluis WSBo2, WSBo3 en WSB18. Voor de dateringslocaties en de geschatte ouderdom van de overgang van oligotroof naar eutroof veen bij de boringen langs de Zaan en die bij De Bonte Hen en de Wilhelminasluis, zie afb. 9.1 en afb. 9.1. Een overzicht van de boorgegevens en de daterings- en paleo-ecologische monsters van de Zaanboringen wordt gegeven in tabel 9.1. De getallen die bij de monsternummers zijn vermeld, zijn de dieptes van de monsters in cm beneden maaiveld.

Afb. 9.1 Ouderdomsgetallen van de omslag van oligotroof naar eutroof veen, geplot op de locatiekaart van de boringen langs de Zaan (ZBo1 t/m14; zie ook afb. 9.1), de locatie van de boring bij De Bonte Hen (ster 6) en de onderzoeksgebieden Wilhelminasluis (deelgebied 1), Oostzijderkerk (deelgebied 2), Oude Scheepswerven Zaandam (deelgebied 3), Engewormer (deelgebied 4) en Starnmeer (deelgebied 5).

9.2.1 Zaanboring ZBo1

¹⁴C-dateringen van boring ZBo1 (TNO-boornummer B25B3066)

De laaggrens in de boorbeschrijving tussen oligotroof veen en rietveen ligt in deze boring op 335 cm –MV (3,16 m –NAP). De datering van het bovenste dateringsmonster ZBo1:323-324 valt iets ouder uit dan het onderliggende monster ZBo1:337-338, maar de 2-sigma betrouwbaarheidsranges overlappen wel. Op basis van deze overlap wordt de ouderdom van de overgang van oligotroof veen naar rietveen geschat rond 570.

Resultaten pollenscan boring ZBo1

In boring ZBo1 wordt in de bovenste twee monsters (303-304 en 328-329) rogge (*Secale cereale*) in combinatie met haagbeuk (*Carpinus betulus*) aangetroffen. De ¹⁴C-ouderdom van monster 328-329 wordt op basis van de twee ¹⁴C-dateringen (tabel 9.2) in de Vroege Middeleeuwen gedateerd (ruwweg tussen 560 en 580.) Dit betekent dat hier in lage aantallen roggepollen zijn waargenomen in een kleig monster dat gevormd is voor 1000. Dat is bij hele lage aantallen inderdaad mogelijk (zie hoofdstuk 4 over de tijdwaarderende pollenscan). Het bovenste, kleiige monster (303-304) is jonger en bevat veel meer roggepollen, hetgeen bevestigt dat die afzettingen zijn gevormd na 1000. Het onderste monster (337-338) bevat alleen haagbeuk; dat komt overeen met een datering in de Vroege Middeleeuwen, rond 560.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZBo1

Uit deze boring zijn twee monsters onderzocht: ZBo1:303-304 en ZBo1:328-329, die beide diatomeeën bevatten.

Diatomeeënmonster ZBo1:303-304

In totaal werden in dit monster 35 diatomeeëntaxa geïdentificeerd in 200 observaties. De zoet-brakke taxa *Cocconeis placentula*, *Fragilaria sopotensis* (of *Nanofrustulum sopotense*, conform de meest recente taxonomie) en *Navicula kefvinensis*, samen met de brakke taxa *Opephora guenter-grassii*, domineren de diatomeeënsamenstelling. Deze soorten worden als de autochtone – ter plaatse levende – diatomeeën gezien. De marine kustallochtone – van elders afkomstige – soorten *Cymatosira belgica* en *Paralia sulcata* komen in lage percentages voor.

Het Zaanwater ten tijde van monster ZBo1:303-304 zal zoet-brak tot brak zijn geweest (saliniteit variërend tussen ca. 0,9 en 9,0 ‰). Van deze monsterdiepte zijn geen ¹⁴C-dateringen beschikbaar; op basis van de stratigrafische ligging zal de ouderdom van het monster liggen tussen de Vroege Middeleeuwen en de Nieuwe Tijd.

Diatomeeënmonster ZBo1:328-329

Dit monster werd gekarakteriseerd door een lage diatomeeënconcentratie en daarom zijn alleen de observatiegegevens

weergegeven. In totaal werden in dit monster 13 schaaftjes geteld. Om die reden moeten de gegevens over de relatieve abundantie en de interpretatie ervan met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd.

Van de waargenomen 13 schaaftjes behoorde er één, *Paralia sulcata*, tot de kustallochtonen.

De overige soorten waren: *Opephora guenter-grassii*, *Navicula cincta*, *Cocconeis neothumensis*, *Diploneis smithii* en *Pseudostaurosira brevistriata* var. *inflata*. Dit zijn brak tot zoet-brak water soorten en deze worden als de autochtone diatomeeën gezien. Ondanks de lage aantallen wordt op basis van de aanwezigheid van deze diatomeeën het afzettingsmilieu als zoet-brak gezien. De ouderdom van de monsters is vroegmiddeleeuws (rond 560); dit kan worden vastgesteld op basis van de ¹⁴C-dateringen en de pollentijdindicatie (tabel 9.2 en 9.3).

9.2.2 Zaanboring ZBo2

¹⁴C-dateringen van boring ZBo2 (TNO-boornummer B25B3067)

De laaggrens in de boorbeschrijving tussen oligotroof veen en rietveen ligt in deze boring op 2,43 m –MV (2,35 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 200 n.Chr. geduurd en het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 450 n.Chr.

Op basis hiervan heeft de milieuovergang van oligotroof veen naar rietveen gelegen tussen ca. 200 en 400 n.Chr.; het richtgetal van de overgang is gelegd rond 300 n.Chr.

Resultaten pollenonderzoek boring ZBo2

In dit monster waren geen indicatorsoorten voor het vaststellen van de tijdsperiode aanwezig. De ¹⁴C-dateringen van de monsters op deze diepten (tabel 9.5) wijzen op een datering in de Romeinse tijd – Vroege Middeleeuwen. Dat de haagbeuk (*Carpinus betulus*) niet is waargenomen kan verklaard worden doordat er veel pollen uit verslagen veen aanwezig waren, waardoor deze indicatorsoort vanwege een erg lage abundantie niet is waargenomen (afwezigheid van bewijs is in dit geval geen bewijs van afwezigheid).

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZBo2

Uit deze boring zijn twee monsters onderzocht, monster ZBo2:221-222 en monster ZBo2:241-242, die beide diatomeeën bevatten.

Resultaten monster ZBo2:221-222

Dit monster werd gekarakteriseerd door een lage diatomeeënconcentratie; daarom worden hier alleen observatiegegevens gegeven. In totaal werden bij het scannen 12 soorten geïdentificeerd, met 15 tellingen in totaal. De waargenomen diatomeeën in dit organogene kleimonster wijzen op zoet-brakke tot brakke watermilieu tijdens de vorming van de klei, die rond 725 plaatsvond (tabel 9.5).

Monster-nummer	Lab.nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo1:323-324	Poz-186497	3,04-3,05	MS, organogene klei met riet	1540 ±30	433-598 n.Chr.	±580
ZBo1:337-338	Poz-185861	3,18-3,19	MS, top oligotroof veen	1475 ±30	554-645	±560

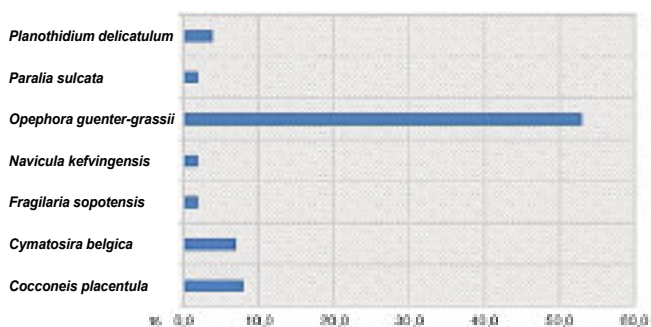
Tabel 9.2 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo1 (TNO-boornummer B25B3066). De maaiveldhoogte van de boring is 0,19 m +NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo1:303-304	++						+
ZBo1:328-329	+						+
ZBo1:337-338							+

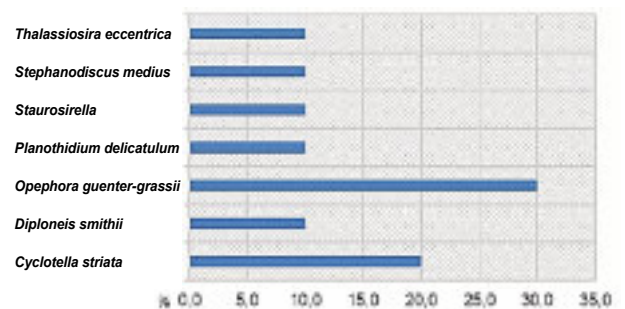
Tabel 9.3 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo1 (bron: Waajen-Labee 2025).

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
Cocconeisneothumensis	1	onbekend	zoet
Diploneis smithii	1	benthos epipelon	brak
Navicula cincta	2	benthos epipelon	brak-zoet
Opephora guenter-grassii	7	onbekend	brak-marien
Paralia sulcata	1	tychoplankton	marien
Pseudostaurosira brevistriata var. inflata	1	onbekend	zoet-brak

Tabel 9.4 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster ZBo1:328-329 (bron: Cvetkoska 2025). Voorkeuren voor saliniteit en levensvorm worden voor elk taxon gegeven (naar Vos & De Wolf 1993).



Afb. 9.2 Diatomeeëndiagram met soorten die in het monster ZBo1:303-304 cm in een relatieve abundantie van >2% voorkomen (bron: Cvetkoska 2025).



Afb. 9.3 Diagram met soorten die in monster ZBo2:241-242 in een relatieve abundantie van >2% voorkomen (bron: Cvetkoska 2025).

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen jaren BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo2:221-222	Poz-185864	2,13-2,14	MS, organogene klei, riet	1275 ±30	665 -822	725
ZBo2:241-242	Poz-185851	2,33-2,34	MS, rietveen	1655 ±30	261 -535 n.Chr.	450 n.Chr.
ZBo2:249-250	Poz-185850	2,41-2,42	MS, top oligotroof veen	1840 ±30	124-311 n.Chr.	200 n.Chr.

Tabel 9.5 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo2 (TNO-boornummer B25B3067). Maaiveldhoogte van de boring is 0,08 m +NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo2:221-222							
ZBo2:241-242							
ZBo2:249-250							

Tabel 9.6 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo2 (bron: Waajen-Labee 2025).

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
<i>Actinoptychus senarius</i>	1	Plankton	Marien
<i>Amphora aequalis</i>	1	onbekend	onbekend
<i>Cymatosira belgica</i>	1	tychoplankton	brak-marien
<i>Delphineis minutissima</i>	1	tychoplankton	brak-marien
<i>Diploneis didyma</i>	1	benthos epipelon	brak-marien
<i>Diploneis interrupta</i>	1	benthos aerophilous	brak
<i>Humidophila contenta</i>	1	onbekend	zoet-brak
<i>Navicula peregrina</i>	2	benthos epipelon	brak
<i>Nitzschia inconspicua</i>	2	benthos epipelon	brak-zoet
<i>Pseudostaurosira brevistriata</i> var. <i>inflata</i>	2	onbekend	zoet-brak
<i>Pseudostaurosira geocollegarum</i>	1	tychoplankton	brak-marien
<i>Tabularia fasciculata</i>	1	epiphytes	brak

Tabel 9.7 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster ZB02:221-222 (bron: Cvetkoska 2025). Voorkeuren voor saliniteit en levensvorm worden voor elk taxon gegeven (naar Vos & De Wolf 1993).

Resultaten monster ZB02:241-242

Zeven diatomeeënsoorten zijn in dit monster geïdentificeerd binnen 100 waarnemingen (getelde diatomeeën). Met een relatieve abundantie van 30% is de kleine brak-mariene *Opephora guenter-grassii* weer de meest voorkomende soort. Het planktonische, brakke taxon *Cyclotella striata* komt voor met 20%. De diatomeeënsamenstelling wordt daarmee gedomineerd door brakke soorten (ca. 70% in totaal) met een overwegend planktonische levenswijze (relatieve abundantie van 40%).

Epifytische en epipsammische soorten komen ook veel voor, elke groep is aanwezig met 10% relatieve abundantie. De epipsammische diatomeeën *Planothidium delicatulum* zijn allochtoon omdat het om een soort gaat die kenmerkend is voor zandwadden. Waarschijnlijk betreft het hier verspoelde diatomeeën afkomstig uit de Wormer-getijdenafzettingen. De diatomeeën in dit rietveenmonster – met een laat-Romeinse ouderdom rond 450 n.Chr. (tabel 9.5) – wijzen op brakwateromstandigheden tijdens de vorming van het veen.

9.2.3 Zaanboring ZB03

¹⁴C-dateringen van boring ZB03 (TNO-boornummer B19D2112)

De laaggrens in de boorbeschrijving tussen oligotroof veen en rietveen ligt in deze boring op 2,4 –MV (3,6 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 2050 v.Chr. geduurd en het rietveenmonster erboven heeft een vergelijkbare ouderdom van ca. 2050 v.Chr. (de gekalibreerde ¹⁴C-dateringen overlappen elkaar). Op basis hiervan wordt de milieuovergang van oligotroof veen naar rietveen geschat rond 2050 v.Chr.

Resultaten pollenonderzoek boring ZB03

De aanwezigheid van een enkele roggepol (in combinatie met haagbeuk) in het bovenste monster (monster 190-192) zou een indicatie kunnen zijn dat het is afgezet na ca. 1000. Het

gaat hier echter om één pol die ook niet geheel zeker is. Het ¹⁴C-dateringsmonster op deze diepte geeft een ouderdom van ca. van 1000 v.Chr., hetgeen niet tegengesproken wordt door de ene roggepol.

In de onderste twee monsters zijn geen tijdsindicatorsoorten waargenomen, hetgeen past bij de ¹⁴C-dateringen op deze diepte.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB03

Uit deze boring zijn twee monsters onderzocht op het voorkomen van diatomeeën, ZB03:190-192 en ZB03:241-242. Eén monster (ZB03:190-192) bleek diatomeeën te bevatten en is nader geanalyseerd.

Resultaten monster ZB03:190-192

Monster ZB03:190-192 werd gekarakteriseerd door een lage diatomeeëenconcentratie. Daarom zijn in tabel 9.10 alleen observatiegegevens aangeduid en moet bij de interpretatie ervan de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd. In totaal werden bij het scannen zeven soorten geïdentificeerd, met 7 tellingen in totaal. Op *Paralia sulcata* (kustallochtoon) na betreft het soorten die op een zoet tot lichtbrak watermilieu wijzen tijdens de vorming van het kleiige veenmonster, met een ouderdom rond 1000 v.Chr. (tabel 9.8).

9.2.4 Zaanboring ZB04

¹⁴C-dateringen van boring ZB04 (TNO-boornummer B19D2113)

De laaggrens in de boorbeschrijving tussen oligotroof veen en rietveen ligt in deze boring op 2,23 –MV (3,18 m –NAP). De top van het oligotrofe veen heeft een ouderdom rond 2050 v.Chr. en de basis van het rietveen een datering rond 1835 v.Chr. Op basis van deze dateringen heeft de milieuovergang van oligotroof veen naar rietveen gelegen tussen ca. 2050 en 1835 v.Chr.; het richtgetal van de overgang is gelegd rond 1900 v.Chr.

Monster-nummer	Lab.nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen jaren BP	2-sigma range Kal. jaren	Beste aanname
ZBo3:190-192	Poz-186207		MS, kleilig rietveen	2835 ±30	1109-908 v.Chr.	1000 v.Chr.
ZBo3:226	Poz-186461		hout van de gagel in rietveen	3485 ±35	1900-1692 v.Chr.	1810 v.Chr.
ZBo3:237-239	Poz-185862		MS, rietveen	3735 ±30	2276-2033 v.Chr.	2050 v.Chr.
ZBo3:245	Poz-186205		heidetakje, top oligotroof veen	3640 ±35	2135-1900 v.Chr.	2060 v.Chr.
ZBo3:247-249	Poz-185865		MS, top oligotroof veen	3695 ±35	2200-1972 v.Chr.	2060 v.Chr.

Tabel 9.8 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo3 (TNO-boornummer B25BD2112). Maaiveldhoogte van de boring is 1,2 m –NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo3:190-192	+/-						+
ZBo3:237-239							
ZBo3:247-249							

Tabel 9.9 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo3 (bron: Waajen-Labee 2025).

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
Caloneis sp.	1	benthos epipelon	onbekend
Fragilaria famelica	1	onbekend	zoet-brak
Hippodonta hungarica	1	benthos epipelon	zoet-brak
Nitzschia fonticola	1	onbekend	zoet-brak
Paralia sulcata	1	tychoplankton	marien
Pinnularia viridis	1	onbekend	zoet-brak
Surirellabreissoniivar.kuetzingii	1	benthos epipelon	brak-zoet

Tabel 9.10 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster ZBo3:190-192 (bron: Cvetkoska 2025).

Monster-nummer	Lab.nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo4:172-173	Poz-186208	2,67-2,68	MS, kleilig rietveen	2905 ±35	1218-998 v.Chr.	±1100 v.Chr.
ZBo4:204-205	Poz-186014	2,99-3,00	MS, rietveen	3500 ±35	1924-1699 v.Chr.	±1835 v.Chr.
ZBo4:223-224	Poz-185849	3,18-3,19	MS, top oligotroof veen	3680 ±40	2198-1947 v.Chr.	±2050 v.Chr.

Tabel 9.11 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo4 (TNO-boornummer B25D2113). Maaiveldhoogte van de boring is 0,95 m –NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo4:172-173							
ZBo4:204-205							
ZBo4:223-225							

Tabel 9.12 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo4 (bron: Waajen-Labee 2025).

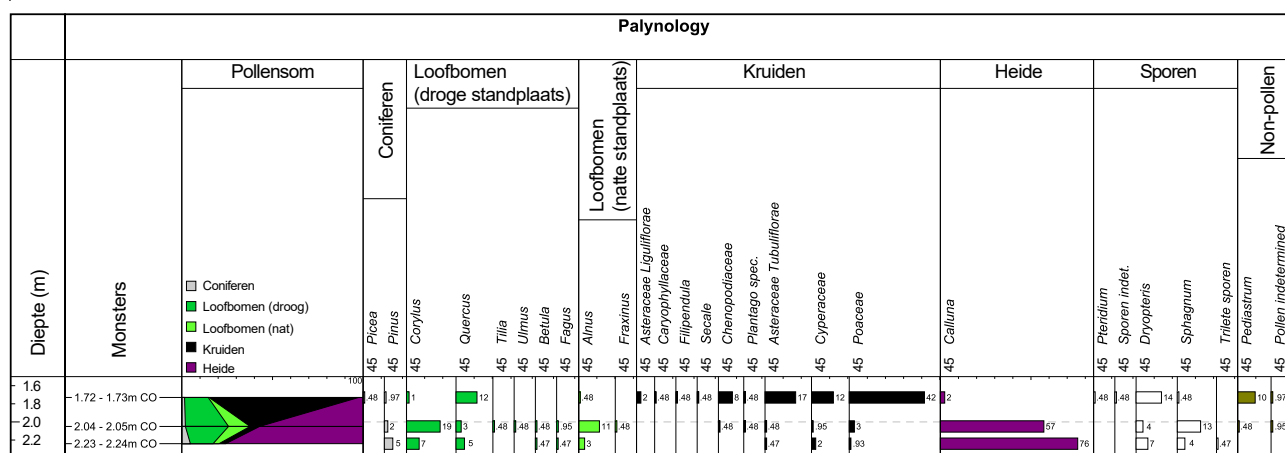
Resultaten pollenonderzoek boring ZB04

De afwezigheid van indicatorsoorten in de scan tonen ofwel aan dat de afzettingen ouder zijn dan de Romeinse tijd, ofwel dat de indicatorsoorten hier niet voorkwamen, ofwel dat er te veel verslagen veen aanwezig is, waardoor de indicatorsoorten te weinig voorkomen om te kunnen worden waargenomen.

In de telling werd in monster ZBo4:172-173 (kleilig rietveen) van boring 4 een enkele Secalegevonden. De determinatie is zeker

en dit zou een indicatie kunnen zijn dat dit monster gevormd is na het jaar 1000. Dit is echter niet in overeenstemming met de ¹⁴C-datering op deze diepte, die rond 1100 v.Chr. ligt. Omdat het slechts om enkele roggepollen gaat, is een oudere datering echter niet geheel uit te sluiten, vanwege de aanwezigheid van rogge (zie hoofdstuk 4, paragraaf 4.2). In het onderste monster ZBo4:223-224 is een grote hoeveelheid heide (*Calluna*) aanwezig, hetgeen past in een oligotroof veenmonster. In het bovenste monster ZBo4:172-173 is

Zaanboring ZB04



Afb. 9.4 Pollendiagram van drie monsters uit boring ZB04 (bron: Waajen-Labee 2025).

het aandeel grassen (Poaceae) hoog en ook zijn pollen van Chenopodiaceae aanwezig. Dit kan wijzen op brakke invloed in een open, kleilig rietveenlandschap. Behalve Chenopodiaceae zijn geen andere indicatorsoorten voor brakke invloed aangetroffen. Maar de aanwezigheid van 6% Chenopodiaceae is behoorlijk veel voor deze soort, die in de omgeving dus veel voorkwam (gunstige omstandigheden). Het is daarmee waarschijnlijk dat er inderdaad brakke invloed was in het landschap (mondelijke mededeling I. Waajen-Labee).

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB04

De monsters van boring ZB04:172-173 (kleilig rietveen) en ZB04:204-205 (rietveen) bevatten geen diatomeeën.

9.2.5 Zaanboring ZB05

¹⁴C-dateringen van boring ZB05 (TNO-boornummer B19D2114)

In de beschrijving van deze boring is de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen geleidelijk. Oligotroof veen komt voor tot 1,08 m –MV (2,62 m –NAP). Een overgangszone bevindt zich tussen 1,08 – 0,85 m –MV (2,62-2,39 m –NAP) en heeft een grote 2-sigma betrouwbaarheidsrange. Het goed ontwikkelde rietveen bevindt zich boven de 0,85 –MV (2,39 m –NAP). Het oligotrofe veen heeft zich gevormd tot na ca. 850 v.Chr en het overgangsveen is ontstaan in de periode rond 550 v.Chr.

Op basis van deze dateringen heeft de milieuovergang van oligotroof veen naar voedselrijker veen gelegen tussen ca. 850 en 550 v.Chr.; het richtgetal van de overgang is gelegd rond 600 v.Chr.

Resultaten pollenonderzoek boring ZB05

De aanwezigheid van haagbeuk en rogge in het bovenste monster (ZB05:75-76) zou erop kunnen duiden dat deze

afzetting gevormd is na ca. 1000. Het aantal waargenomen roggepollen (2) is echter laag en sluit een oudere datering daardoor niet uit (zie hoofdstuk 4, paragraaf 4.2). De ¹⁴C-datering van het monster op deze diepte, ca. 180 v.Chr. (tabel 9.13) geeft aan dat het monster gevormd moet zijn in de Romeinse tijd.

De twee diepere monsters bevatten geen indicatoren voor de tijdsperiodes, zoals bij ¹⁴C-dateringen op deze diepten te verwachten viel.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB05

Uit deze boring zijn twee monsters onderzocht op het voorkomen van diatomeeën, ZB05:75-76 en ZB05:101-103. Eén monster (ZB05:75-76) bleek diatomeeën te bevatten en is nader geanalyseerd.

Resultaten monster ZB05:75-76

In dit monster werden slechts vier soorten geïdentificeerd binnen een totale telling van 200 diatomeeënschaaltjes. De kleine zoet-brakachtige soort Sellaphora atomoides domineert de samenstelling met 81,5%, vergezeld door Pinnularia sp. (17,0%). De diatomeeënsamenstelling wordt dus gedomineerd door deze autochtone zoet-brakke ecologische groep maar met onbekende habitatvoorkeuren. De ouderdom van het monster ZB05:75-76 ligt rond de 180 v.Chr. (tabel 9.13).

9.2.6 Zaanboring ZB06

¹⁴C-dateringen van boring ZB06 (TNO-boornummer B19D2115)

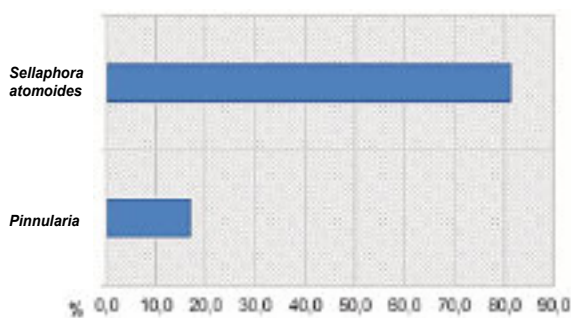
In de beschrijving van deze boring is de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen geleidelijk. Oligotroof veen komt voor tot 1,5 m –MV (2,35 m –NAP). Een overgangszone met amorf roodbruin veen bevindt zich tussen 1,5 en 1,35 m –MV (2,35-2,20 m –NAP) en heeft een grote 2-sigma betrouw-

Monster-nummer	Lab.nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo5:75-76	Poz-185868	2,29-2,30	MS, rietveen	1850 ±35	85-315 n.Chr.	±180 v.Chr.
ZBo5:101-103	Poz-185866	2,55-2,57	MS, mesotroof (?) veen	2435 ±30	751-406 v.Chr.	±550 v.Chr.
ZBo5:125	Poz-185938	2,79	MS, top oligotroof veen	2710 ±30	912-807 v.Chr.	±850 v.Chr.

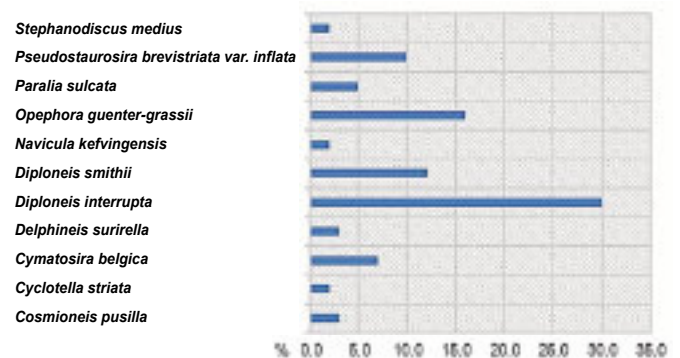
Tabel 9.13 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo5 (TNO-boornummer B25D2114). Maaiveldhoogte van de boring is 1,54 m –NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo5:75-76	+						+
ZBo5:101-103							
ZBo5:120-130							

Tabel 9.14 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo5 (bron: Waajen-Labee 2025).



Afb. 9.5 Diagram met soorten die in het monster ZBo5:75-76 cm in een relatieve abundantie van >2% voorkomen (bron: Cvetkoska 2025).



Afb. 9.6 Diagram met soorten die in het monster ZBo6:75-76 cm in een relatieve abundantie van >2% voorkomen (bron: Cvetkoska 2025).

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo6:85-88	Poz-185935	1,70-1,73	MS, amorf veen	1760 ±30	234-381 n.Chr.	±310 n.Chr.
ZBo6:115-118	Poz-185863	2,00-2,03	MS, veen met rietresten	2200 ±30	368-173 v.Chr.	±270 v.Chr.
ZBo6:138-140	Poz-186013	2,23-2,25	MS, veen, meso- of oligotroof?	2485 ±30	774-481 v.Chr.	±600 v.Chr.
ZBo6:151-153	Poz-185852	2,36-2,38	MS, top oligotroof veen	2875 ±30	1193-931 v.Chr.	±1025 v.Chr.

Tabel 9.15 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo6 (TNO-boornummer B25D2115). De maaiveldhoogte van de boring is 0,85 m –NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus	Others
ZBo6:75-76	+	+/-	+				+	1 Triticum
ZBo6:85-88	++	+/-						
ZBo6:115-118								
ZBo6:138-140	+							
ZBo6:151-153	+/-							

Tabel 9.16 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo6 (bron: Waajen-Labee 2025).

baarheidsrange. Het goed ontwikkelde rietveen bevindt zich boven de 1,35 –MV (2,20 m –NAP). Het oligotrofe veen heeft zich gevormd tot na ca. 1025 v.Chr. en het overgangsvveen is ontstaan in de periode rond 600 v.Chr.

Op basis hiervan heeft de milieuovergang van oligotroof veen naar voedselrijker veen gelegen tussen ca. 1025 v.Chr. en 600 n.Chr.; het richtgetal van de overgang naar voedselrijker veen is gelegd rond 650 v.Chr.

Resultaten pollenonderzoek boring ZB06

Opvallend is dat de bovenste twee monsters (ZB06:75-76 en 85-88) pollen bevatten van rogge en korenbloem, hetgeen wijst op een relatief vroege datering na 1000. Voor monster ZB06:75-76 zijn die relatief jonge pollen te verwachten, omdat het hier gaat om een monster van pikklei: een klei die vanaf de Late Middeleeuwen is afgezet. Het bovenste monster bevat zelfs *Fagopyrum* (boekweit), wat duidt op een ouderdom jonger dan 1500. Voor pikklei-afzettingen is dat plausibel. Voor monster ZB06:85-88 komt een ¹⁴C-ouderdom van ca. 310 n.Chr. op deze diepte (tabel 9.15) niet overeen met een verwachte ouderdom na 1000. Ook de roggepollen in monsters ZB06:138-140 en 151-153 komen niet overeen met een ouderdom na 1000. In deze dieper gelegen, voedselarme veenmonsters, met een datering van voor ca. 600 v.Chr. (tabel 9.15), zijn zeker geen roggepollen te verwachten. Er lijkt hier sprake te zijn van verontreiniging van de monsters.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB06

Uit deze boring zijn drie monsters onderzocht op het voorkomen van diatomeeën, ZB06:75-76, ZB06:85-88 en ZB06:115-118. Eén monster (ZB06:75-76) bleek diatomeeën te bevatten. Het betreft een monster uit de pikklei, waarvan de afzetting geplaastst wordt gedateerd in de Late Middeleeuwen / Nieuwe Tijd.

Resultaten monster B6:75-76

In totaal werden 19 soorten geïdentificeerd in dit pikkleimonster bij een telling van 100 diatomeeënschaaltjes. Met een relatieve abundantie van 30% domineert de bentische, aerofiele, brakke soort *Diploneis interrupta* de samenstelling. Andere veel voorkomende soorten zijn de brak-mariene *O. guenter-grassii* (16%) en de epipelische, brakke soort *Diploneis smithii*. De samenstelling van kiezelwieren wordt gedomineerd door bentische soorten met het grootste aandeel van de aerofiele groep, terwijl de meeste soorten een hogere saliniteitsvoorkeur hebben en in brak-mariene en brakke milieus leven.

9.2.7 Zaanboring ZB07

¹⁴C-dateringen van boring ZB07 (TNO-boornummer B19D2116)

Het oligotrofe veen is in deze boring niet duidelijk ontwikkeld. Het is niet zo rood en rond 2,85 m –NAP komt een *Menyanthus* zaadje voor, wat op mesotrofe veencondities wijst. De top van dit veen heeft een ouderdom van rond 2100 v.Chr. De grens met het bovenliggende rietveen met galigaan ligt op 2,55 m –MV (3,25 m –NAP). Dit veen is rond 1675 v.Chr. gedateerd. Op basis van deze dateringen heeft de milieuovergang van oligotroof/mesotroof veen naar rietveen gelegen tussen ca. 2100 en 1675 v.Chr.; het richtgetal van de overgang is gelegd rond 1900 v.Chr.

Het onderste monster ZB7:280-282 heeft een duidelijk afwijkende datering, gelet op de stratigrafische positie van het monster. Het geeft een veel te 'jonge' datering ten opzichte van de datering van de bovenliggende monsters. De oorzaak hiervan is niet duidelijk (monsterwisseling?), maar gezien de chronostratigrafische afwijking wordt de uitkomst van dit monster verworpen.

Resultaten pollenonderzoek boring ZB07

De afwezigheid van indicatorsoorten in de monsters van boring ZB07 wijst erop dat de afzettingen ouder zijn dan de Romeinse tijd. De ¹⁴C-dateringen op deze monstervlaktes (tabel 9.17) bevestigen deze conclusie.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB07

Uit deze boring zijn drie monsters onderzocht op het voorkomen van diatomeeën, ZB07:183-185, ZB07:213-214 en ZB07:240-243. Van deze boring bleek het bovenste monster (ZB07:183-185) diatomeeën te bevatten; dat is daarom nader onderzocht.

Resultaten monster ZB07:183-185

Dit monster werd gekenmerkt door een zeer lage diatomeeënc concentratie; daarom worden alleen observatiegegevens gepresenteerd. In totaal werden met het scannen vier soorten geïdentificeerd, met vier waarnemingen in totaal. De gegevens over de relatieve abundantie en de interpretatie ervan moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd. Het betrof de twee kustalloeitonen diatomeeën *Delphineis surirella* en *Paralia sulcata*, en verder *Eunotia* sp., die ook allochtoon is en afkomstig uit het hoogveenmoeras. *Pinnularia viridis*, een zoet tot zoet-brakke diatomee, is een soort die past in een leefmilieu van rivieroverslaggronden. Het monster heeft een ouderdom van rond 860 v.Chr. (tabel 9.17).

9.2.8 Zaanboring ZB08

¹⁴C-dateringen van boring ZB08 (TNO-boornummer B25B3068)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 2,23 –MV (2,56 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 900 v.Chr. geduurd. Het rietveenmonster en het stukje gagelhout in het rietveen, beide aangetroffen op een vergelijkbare diepte boven het oligotrofe veen, hebben een overlappende, maar vrij grote 2-sigma betrouwbaarheidsrange. Op basis daarvan wordt de ouderdom van deze monsters geschat rond 540 v.Chr. Op basis van deze dateringen heeft de milieuovergang van oligotroof veen naar het gagelhoudende rietveen gelegen tussen ca. 900 en 540 v.Chr.; het richtgetal voor deze overgang is gelegd rond 600 v.Chr.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo7:183-185	Poz-186462		MS, kleilig rietveen	2715 ±30	915-808v.Chr.	±860 v.Chr.
ZBo7:213-215	Poz-186003		MS, rietveen	2945 ±35	1262-1020v.Chr.	±1150 v.Chr.
ZBo7:240-243	Poz-186004		MS, veen, riet en galigaan	3390 ±35	1867-1544v.Chr.	±1675 v.Chr.
ZBo7:256-258	Poz-185884		MS, veen, meso- or oligotroof?	3700 ±35	2201-1976v.Chr.	±2100 v.Chr.
ZBo7:280-282	Poz-185997		MS, veen, meso- or oligotroof?	2280 ±30	401-208v.Chr.	Datering verworpen

Tabel 9.17 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo7 (TNO-boornummer B25D2116). Maaiveldhoogte van de boring is 0,7 m – NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo7:183-185							
ZBo7:213-215							
ZBo7:240-243							
ZBo7:256-258							
ZBo7:280-282							

Tabel 9.18 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo7 (bron: Waajen-Labee 2025).

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
Delphineis surirella	1	tychoplankton	brak-marien
Eunotia sp.	1	onbekend	zoet
Paralia sulcata	1	tychoplankton	marien
Pinnularia viridis	1	onbekend	zoet-brak

Tabel 9.19 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster ZBo7:183-185 (bron: Cvetkoska 2025).

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m – NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo8:200-203	Poz-185998	2,33-2,36	MS, veen met riet, amorf	1975 ±30	41 v.Chr.-121 n.Chr.	±60 n.Chr.
ZBo8:218-220	Poz-185999	2,51-2,53	MS, rietveen	2455 ±30	755-414 v.Chr.	±540 v.Chr.
ZBo8:223	Poz-185939	2,56	hout, gagel in rietveen	2385 ±30	719-393 v.Chr.	±540 v.Chr.
ZBo8:250-253	Poz-186000	2,83-2,86	MS, top oligotroof veen	2750 ±35	983-816 v.Chr.	±900 v.Chr.

Tabel 9.20 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo8 (TNO-boornummer B25B3068). Maaiveldhoogte van de boring is 0,33 m – NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo8:200-203							
ZBo8:218-220							
ZBo8:250-253							+

Tabel 9.21 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo8 (bron: Waajen-Labee 2025).

Resultaten pollenonderzoek boring Z8

Uit de lage aanwezigheid van haagbeuk (*Carpinus*) in het onderste monster (ZBo8:250-253) kunnen geen conclusies worden getrokken over de ouderdom, aangezien haagbeuk sinds het Vroege Subatlanticum (vanaf ca. 700 v.Chr.) kan voorkomen in lage hoeveelheden. De ¹⁴C-datering van het monster ZBo8:250-253 is iets ouder, ca. 900 v.Chr. (tabel 9.20).

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB08

De monsters uit boring ZBo8:200-203 en ZBo8:218-220 (beide rietveen) bevatten geen diatomeeën.

9.2.9 Zaanboring ZB09

¹⁴C-dateringen van boring ZB09 (TNO-boornummer B25B3069)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 3,15 m–MV (3,26 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot zeker ca. 2350 v.Chr. geduurd en het rietveenmonster erboven heeft een veel lagere ouderdom van ca. 830. Tussen deze dateringen zit dus een groot tijdshiaat van meer dan drieduizend jaar. Dit wijst erop dat het veen boven het oligotrofe veen is verdwenen en dat mogelijk verspoeld/verslagen eutroof vroegmiddeleeuws veen hierop is afgezet. Dat het gedateerde organische materiaal in het kleimonster van ZB09:300–303 significant ouder is dan de bovenliggende twee dateringsmonsters (tabel 9.22) is ook een indicatie dat het hier om door rivierwater verplaatst organisch materiaal gaat. Als deze interpretatie juist is, heeft deze erosie aan het einde van of na de Vroege Middeleeuwen plaatsgevonden.

Resultaten pollenonderzoek boring ZB09

De veenmonsters ZB09:256–258 en ZB09:300–303 zitten in venige lagen die mogelijk verslagen zijn en dus jonger dan de dateringen in tabel 9.22 aangeven. Dit zou een verklaring kunnen zijn voor het feit dat er pollen in deze venige lagen aanwezig zijn. Vervuiling is ook een mogelijkheid. Het rietveenmonster ZB09:413–415, aan de basis van het Hollandveenpakket, heeft een datering rond 3175 v.Chr. De aanwezigheid van roggepollen (aantal van 3) in dit monster kan niet anders verklaard worden dan door vervuiling.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB09

Uit deze boring zijn vier monsters onderzocht op het voorkomen van diatomeeën: ZB09:256–258, ZB09:300–303, ZB09:413–415, en ZB09:418. Na de waardering van de monsters uit deze boring bleken ZB09:300–303 en ZB09:418 diatomeeën te bevatten; deze zijn daarom nader geanalyseerd. Monster ZB09:300–303 bestaat uit klei met mogelijk verslagen organisch materiaal en monster ZB09:418 is genomen uit de onder het Hollandveen liggende Wormer-getijdenafzettingen.

Resultaten diatomeeënmonster ZB09:300–303

In totaal zijn in dit kleiige monster 49 soorten geïdentificeerd, binnen een telling van 200 diatomeeënschaaltjes. Het monster wordt gedomineerd door de zoet-brakke, epifytische soort *Cocconeisplacentula* (17,5%), gevolgd door het epipsamische, brakke taxon *Planothidium delicatulum*. De planktonische, brak-zoet *Cyclotella meneghiniana* en de epepische, brak-zoetwater *Navicula erifuga* en *Nitzschia inconspicua* komen veel voor in het monster, elk met ca. 6,0%. De diatomeeënsamenstelling wordt voornamelijk gerepresenteerd door epifytische en bentische soorten uit brak-zoet en zoet-brakwatermilieus.

Het gedateerde organische materiaal in dit kleimonster ZB09:300–303 (tabel 9.22) is mogelijk verslagen en kan jonger zijn dan ca. 830 v.Chr. De diatomeeënsamenstelling kan op de saliniteit van het Zaanwater duiden ten tijde van de afzetting, aan het einde Vroege Middeleeuwen of tijdens het begin van de Late Middeleeuwen.

Diatomeeënmonster ZB09:418 genomen uit de Wormerklei onder het Hollandveen

De analyse van dit monster ZB09:418 toont een lagere diatomeeënc concentratie in vergelijking met het bovenliggende monster ZB09:300–303. Er werden 50 schaaltes geteld en 10 soorten geïdentificeerd. Het monster wordt gedomineerd door de tychoplanktonische, mariene *Paralia sulcata* (30,0%) en de tychoplanktonische, brakke-mariene soort *Cymatoseira belgica* (24,0%). De tychoplanktonische, brak-mariene soort *Delphineis surirella* en de planktonische, brakke *Cyclotella striata* komen in de samenstelling veel voor, met respectievelijk 12,0% en 8,0%. De diatomeeënsamenstelling wordt gedomineerd door tychoplanktonische en planktonische soorten uit mariene en brak-mariene milieus die als kustallochtoon worden beschouwd. Door de grote relatieve abundantie in dit monster van kustallochtonische diatomeeën (die door het getij vanuit zee zijn meegevoerd en vervolgens zijn afgezet in het sediment) zijn de autochtone diatomeeënsorten in de telling 'weggedrukt'. Als gevolg van de lage abundantie van deze autochtone soorten is het afzettingsmilieu niet met zekerheid te bepalen. *Diploneis didyma* zou een autochtone soort kunnen zijn; deze soort geeft een indicatie van een hoogwad/lage kwelder-milieu.

De Wormerklei is ouder dan de basis van het Hollandveen pakket, de afzetting van de klei is dus ouder dan ca. 3350 v.Chr.

9.2.10 Zaanboring ZB10

¹⁴C-dateringen van boring ZB10 (TNO-boornummer B25B3072)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 3,85 –MV (3,76 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 275 v.Chr. geduurd en het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 25 n.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang van oligotroof veen naar rietveen met galigaan geschat op ca. 100 v.Chr.

Resultaten pollenonderzoek boring ZB10

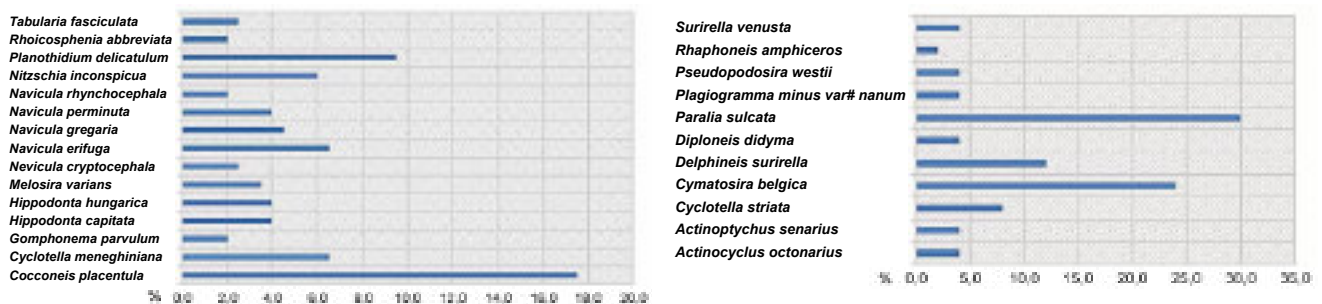
De aanwezigheid van rogge (*Secale cereale*) en haagbeuk (*Carpinus*) in het onderste monster (ZB10:387–388) wijst op een datering van het monster na 1000. Op grond van de ¹⁴C-dateringen (tabel 9.24) blijkt deze aanname ook hier echter onjuist. De ouderdom van het monster ZB10:387–388 ligt rond 300 v.Chr.; het lijkt erop dat de aanname dat de roggepollen

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZBo9:255	Poz-186116	2,66	hout	1450 ±30	571-651	±610
ZBo9:256-258	Poz-185936	2,67-2,69	MS, veen met takjes	1490 ±30	545-642	±600
ZBo9:300-303	Poz-186001	3,11-3,14	MS, venige klei, riet	1200 ±30	706-945	±830
ZBo9:350-353	Poz-186007	3,61-3,64	MS, top oligotroof veen	3885 ±35	2468-2209 v.Chr.	±2350 v.Chr.
ZBo9:395-397	Poz-186008	4,06-4,08	MS, basis oligotroof veen	4400 ±35	3089-2927 v.Chr.	±3000 v.Chr.
ZBo9:413-415	Poz-186115	4,24-4,26	MS, basis Hollandveen, riet	4525 ±35	3364-3099 v.Chr.	±3175 v.Chr.

Tabel 9.22 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZBo9 (TNO-boornummer B25B3069). Maaiveldhoogte van de boring is 0,11 m –NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZBo9:256-258	+						++
ZBo9:300-303	++						
ZBo9:350-353							
ZBo9:395-397							
ZBo9:413-415	+						

Tabel 9.23 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZBo9 (bron: Waajen-Labee 2025).



Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZB10:319-320	Poz-197980	3,10-3,11	MS, iets kleiig rietveen	1700 ±30	254-419 n.Chr.	±350 n.Chr.
ZB10:358-359	Poz-197123	3,49-3,50	rietveen met galigaan	2025 ±30	103 v.Chr.-76 n.Chr.	±25 v.Chr.
ZB10:370-371	Poz-197124	3,61-3,62	veenmos, top oligotroof veen	2210 ±30	377-178 v.Chr.	±275 v.Chr.
ZB10:378-388	Poz-197126	3,69-3,79	MS, oligotroof veen	2265 ±30	396-207 v.Chr.	±300 v.Chr.

Tabel 9.24 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZB10 (TNO-boornummer B25B3072). Maaiveldhoogte van de boring is 0,09 m +NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
ZB10:319-320							+
ZB10:358-359							
ZB10:378-388	+						+

Tabel 9.25 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring ZB10 (bron: Waajen-Labee 2025).

pas na 1000 in de sedimenten voorkomen onjuist is, of dat er sprake is van verontreiniging.

Resultaten diatomeeënonderzoek boring ZB10

Uit deze boring zijn twee monsters geanalyseerd die diatomeeën bevatten. Dat zijn de monsters ZB10:319-320 (iets kleiig rietveen) en ZB10:358-359 (rietveen met galigaan).

Resultaten diatomeeënmonster ZB10:319-320

Monster ZB10:319-320 wordt gekenmerkt door een lage concentratie diatomeeën. Daarom worden alleen observatiegegevens voor dit monster gegeven en moet voorzichtigheid betracht worden bij de interpretatie ervan. De mariene en brak-mariene diatomeeën in de telling betreffen de kustallochtonen. De zoet-brakke soorten in tabel 9.26 worden gezien als de autochtone diatomeeën van deze overslagafzettingen van de Zaan. De ouderdom van het monster op deze diepte ligt rond de 350 n.Chr. (tabel 9.24).

Resultaten diatomeeënmonster ZB10:358-359

Op deze locatie werden slechts vijf soorten waargenomen, een mix van brak-mariene diatomeeën en zoetwater-/brakwatersoorten (tabel 9.27). Zoals aangegeven in de beschrijving van de resultaten van de andere, vergelijkbare

monsters uit de Zaanboringen, kan een lage concentratie diatomeeën verband houden met een natuurlijke afzettings-omgeving en/of een hoge graad van oplossing.

Ondanks de zeer lage aantallen diatomeeën passen de waargenomen zoete (*Diatoma vulgare*) en zoet-brakke (*Achnanthes jackii*, *Fragilaria radians* en *Navicula cryptocephala*) diatomeeën in het paleomilieu van de Zaan-overslaggronden dat ook in de andere Zaanboringen is aangetroffen. Daarom kunnen ze als autochtoon worden beschouwd.

Het organisch materiaal van monster ZB10:358-359 kan worden gedateerd op ca. 25 n.Chr. (tabel 9.24).

9.2.11 Zaanboringen ZB11 t/m ZB14

¹⁴C-dateringen van boring ZB11 (TNO-boornummer B25B3073)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 2,65 –MV (2,72 m –NAP). Het oligotrofe veen heeft een datering van ca. 1700 v.Chr.; het overgangsveen naar rietveen heeft een ouderdom van 550 v.Chr. Het gagelhout in het rietveen is gedateerd rond 300 v.Chr. Op basis hiervan is de geschatte datering van de overgang van oligotroof veen naar voedselrijker veen ca. 400 v.Chr.

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
<i>Achnanthes jackii</i>	1	onbekend	zoet-Brak
<i>Aulacoseira ambigua</i>	1	plankton	zoet-Brak
<i>Cocconeisplacenta</i>	1	epiphytes	zoet-Brak
<i>Cymatosira belgica</i>	3	tychoplankton	brak-marien
<i>Delphineis surirella</i>	3	tychoplankton	brak-marien
<i>Diatoma moniliformis</i>	1	epiphytes	brak
<i>Hippodonta capitata</i>	1	benthos epipelon	zoet-brak
<i>Nitzschia paleacea</i>	1	benthos epipelon	zoet-brak
<i>Paralia sulcata</i>	6	tychoplankton	marien
<i>Pseudopodosira westii</i>	1	tychoplankton	marien
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	1	tychoplankton	marien-brak
<i>Sellaphora pupula</i>	1	benthos epipelon	zoet-brak
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	1	plankton	zoet-brak
<i>Tabularia fasciculata</i>	2	epiphytes	brak
<i>Tryblionella navicularis</i>	1	benthos epipelon	marien-mrak

Tabel 9.26 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster ZB10:319-320 (bron: Cvetkoska 2025).

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
<i>Achnanthes jackii</i>	1	onbekend	zoet-brak
<i>Campylosira cymbelliformis</i>	1	tychoplankton	brak-marien
<i>Diatoma vulgare</i>	1	onbekend	zoet-brak
<i>Fragilaria radians</i>	3	onbekend	zoet
<i>Navicula cryptocephala</i>	3	benthos epipelon	zoet-brak

Tabel 9.27 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster ZB10:358-359 (bron: Cvetkoska 2025).

¹⁴C-dateringen van boring ZB12(TNO-boornummer B25B3074)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 2,4 –MV (2,62 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 275 v.Chr geduurd; het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 125 n.Chr. Op basis hiervan wordt de datering van de overgang van oligotroof veen naar rietveen geschat op ca. 50 n.Chr.

¹⁴C-dateringen van boring ZB13(TNO-boornummer B25B3075)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 2,5 –MV (3,11 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 100 n.Chr geduurd; het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 375 n.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang van oligotroof veen naar rietveen geschat rond 250 n.Chr.

¹⁴C-dateringen van boring ZB14(TNO-boornummer B25B3076)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 3,85 –MV (3,54 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 275 n.Chr geduurd; het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 580. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang van oligotroof veen naar rietveen geschat op ca. 350 n.Chr.

9.3 Starnmeerboring SM09

¹⁴C-dateringen van boring SM09 (TNO-boornummer B19D2103)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen 1,35 m –MV (3,12 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 1100 v.Chr. geduurd; het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 925

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZB11:258-259	Poz-197204	2,65-2,66	MS, basis iets kleig rietveen	1580 ±30	420-556 n.Chr.	±475 n.Chr.
ZB11:292	Poz-197386	2,99	gagelhout, basis rietveen	2250 ±30	392-204 v.Chr.	±300 v.Chr.
ZB11:300-301	Poz-197205	3,07-3,08	MS, overgangsveen	2445 ±30	752-410 v.Chr.	±550 v.Chr.
ZB11:315-317	Poz-197247	3,22-3,24	MS, oligotroof veen	3420 ±30	1873-1622 v.Chr.	±1700 v.Chr.

Tabel 9.28 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZB11 (TNO-boornummer B25B3073). Maaiveldhoogte van de boring is 0,07 m –NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZB12:262-263	Poz-197248	2,84-2,85	MS, onderkant rietveen	1905 ±30	31-219 n.Chr.	±125 n.Chr.
ZB12:274-275	Poz-196758	2,96-2,97	wollegras, top oligotroof veen	2240 ±30	390-202 v.Chr.	±275 v.Chr.

Tabel 9.29 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZB12 (TNO-boornummer B25B3074). Maaiveldhoogte van de boring is 0,22 m –NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZB13:175-176	Poz-197249	2,36-2,37	MS, onderkant rietveen	1680 ±30	255-433 n.Chr.	±375 n.Chr.
ZB13:195-196	Poz-197250	2,56-2,57	MS, bovenkant oligotroof veen	1920 ±30	26-210 n.Chr.	±100 n.Chr.

Tabel 9.30 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZB13 (TNO-boornummer B25B3075). Maaiveldhoogte van de boring is 0,61 m –NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
ZB14:307-308	Poz-197251	2,76-2,77	MS, onderkant rietveen	1360 ±30	607-774	±650
ZB14:319	Poz-197016	2,88	hout, gagel basis rietveen	1510 ±30	440-640 n.Chr.	±580
ZB14:345-347	Poz-196680	3,14-3,16	heidetakje, top oligotroof veen	1875 ±30	83-237 n.Chr.	±275 n.Chr.
ZB14:365	Poz-197017	3,34	hout, gagel in rietveen zone	1425 ±30	586-659	±620
ZB14:394-395	Poz-197253	3,63	MS, oligotroof veen	2400 ±30	733-397 v.Chr.	±475 v.Chr.

Tabel 9.31 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring ZB14 (TNO-boornummer B25B3076). Maaiveldhoogte van de boring is 0,31 m +NAP.

v.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang van oligotroof veen naar rietveen geschat op ca. 1000 v.Chr.

Pollenonderzoek boring SM09 (Starnmeer; gebied 5)

Het kleimonster SM09:37-39 bestaat uit pikklei die in de Late Middeleeuwen /Nieuwe Tijd is afgezet. De waargenomen roggepollen passen bij dit tijdvak. De aanwezigheid in de monsters van SM09:74-77 en SM09:95-98 van walnoot (*Juglans*) en haagbeuk (*Carpinus*), die indicatief zijn voor de Romeinse tijd, is in overeenstemming met de ¹⁴C-datering van het monster op ca. 210 n.Chr.

De roggepollen aangetroffen in monsters SM09:95-98, SM09:106-108, SM09:131-133 en SM09:143-145 zijn komen echter niet overeen met de bovenstaande ¹⁴C-datering. Daarbij is in het monster SM09:143-145 ook korenbloem (*Centaurea cyanus*) waargenomen. Deze monsters zijn dus van Romeinse of oudere ouderdom (tabel 9.32), anders dan de pollentijdindicatie suggereert.

Het monster SM09:143-145 bestaat uit oligotroof veen dat gedateerd is rond 1100 v.Chr. Ook in deze boring lijkt er dus, door de discrepantie tussen de pollentijdzonering en de ¹⁴C-dateringen, sprake van 'pollenverontreiniging', die veroorzaakt kan zijn door inspoeling van pollen via het grondwater in de diepere ondergrond.

Diatomeeënonderzoek boring SM09 (Starnmeer; gebied 5)

Uit de boring zijn twee monsters onderzocht, monsters SM09:37-39 en SM09:74-77, die beide diatomeeën bevatten. Monster SM09:37-39 betreft een pikkleimonster uit de Late Middeleeuwen / Nieuwe Tijd en monster SM09:74-77 bestaat uit amorf rietveen met een ¹⁴C-ouderdom van rond 475 n.Chr.

Resultaten diatomeeënonderzoek SM09:37-39

In totaal werden in monster SM09:37-39 (pikklei) 26 soorten geïdentificeerd binnen een telling van 100 schaaltes. Het monster wordt gedomineerd door de brak-mariene *O. guentergrassii* (16,0%), gevolgd door de aerofiele, brakke *Diploneis interrupta* (9,0%) en de zoet-brakke soort *Pseudostaurosira*

brevistriata var. *inflata* (9,0%). De diatomeeënasamstelling representeert een mix van planktonische/tychoplanktonische en epipelische soorten uit verschillende milieus, variërend van brak-mariene tot zoet-brakke saliniteitsniveaus.

De aerofiele diatomeeën zoals *Diploneis interrupta* passen in het weidelandschap dat in het verleden geregeld blank kwam te staan doordat water van het IJ werd ingelaten of werd overstroomd tijdens dijkdoorbraken.

Resultaten diatomeeënonderzoek SM09:74-77

Monster SM09:74-77 werd gekarakteriseerd door een lage diatomeeënenconcentratie; daarom zijn alleen de observatiegegevens gepresenteerd. In totaal werden met het scannen 12 soorten geïdentificeerd, met 22 waarnemingen in totaal. De gegevens over de relatieve abundantie en de interpretatie ervan moeten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd, maar ook hier zijn de zoete en zoet-brakke soorten weer duidelijk aanwezig. Deze lijken kenmerkend te zijn voor de autochtone diatomeeënassemblage in de overslaggronden van de Zaan.

Het monster heeft een laat-Romeinse/vroegmiddeleeuwse ouderdom met een ¹⁴C-datering die rond de 475 n.Chr ligt (tabel 9.32).

9.4 De boring bij De Bonte Hen (BH)

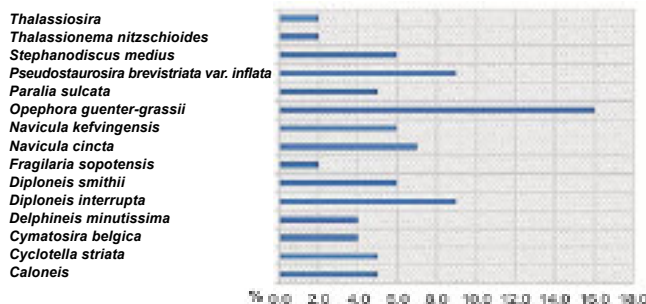
¹⁴C-dateringen van de boring bij De Bonte Hen (TNO-boornummer B25B1567)

De ¹⁴C-dateringen van de boring bij De Bonte Hen (BH) zijn aan de lijst van gedateerde Zaanboringen toegevoegd (tabel 9.35). Deze boring is in 1998 gezet voor het maken van een landschappelijke profielreconstructie door de Zaanstreek.⁵⁰ In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 1,40 m –MV (2,40 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 1410 v.Chr. geduurd; het rietveenmonster erboven heeft een ouderdom van ca. 1200 v.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang van oligotroof veen naar rietveen geschat op ca. 1300 v.Chr.

9.5 Boringen bij de Wilhelminasluis (WSB02, WSB03 en WSB18)

¹⁴C-dateringen van boring WSB02 (TNO-boornummer B25B3029)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 5,75 m –MV (3,99 m –NAP). De bovenkant van de oligotrofe veenvorming is gedateerd rond 1325 v.Chr. en het gagelhout in het overgangsveen daarboven heeft een ouderdom van ca. 660 v.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang naar eutroof veen geschat op ca. 600 v.Chr.



Afb. 9.9 Diagram met soorten die in het monster SM09:37-39 (pikklei) in een relatieve abundantie van >2% voorkomen (bron: Cvetkoska 2025).

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
SM09:74-77	Poz-186009	2,51-2,54	MS, veen met riet, amorf	1600 ±30	416-545 n.Chr.	±475 nC
SM09:95-98	Poz-186010	2,72-2,75	MS, riet-zeggeveen	1810 ±30	131-336 n.Chr.	±210 n.Chr.
SM09:106-108	Poz-186011	2,83-2,85	MS, rietveen	2000 ±30	51 v.Chr.-116 n.Chr.	±25 n.Chr.
SM09:131-133	Poz-186012	3,08-3,10	MS, rietveen	2775 ±35	1007-832 v.Chr.	±925 v.Chr.
SM09:143-145	Poz-186005	3,20-3,22	MS, top oligotroof veen	2960 ±35	1283-1048 v.Chr.	±1100 v.Chr.
SM09:158-160	Poz-185937	3,35-3,37	MS, oligotroof veen	3380 ±35	1751-1540 v.Chr.	±1600 v.Chr.

Tabel 9.32 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring SM09 (TNO-boornummer B25D2103). Maaiveldhoogte van de boring is 1,77 m –NAP.

Monster-nummer	Secalecereale	Centaurea cyanus	Fagopyrum	Cannabis	Juglans	Castanea	Carpinus
SM09:37-39	++						
SM09:74-77							+
SM09:95-98	+				+		
SM09:106-108	++						
SM09:131-133	+						+
SM09:143-145	+	+					
SM09:158-160							

Tabel 9.33 Aanwezigheid van tijdsperiodemarkers in de monsters van de pollenscan van boring SM09 (bron: Waajen-Labee 2025).

Taxon	Waarnemingen	Leefvorm	Saliniteit
Aulacoseira ambigua	1	plankton	zoet-brak
Cocconeisplacenta	1	epiphytes	zoet-brak
Coscinodiscus sp.	2	plankton	marien
Cymatosira belgica	2	tychoplankton	brak-marien
Diploneis didyma	1	benthos epipelon	brak-marien
Diploneis interrupta	1	benthos aerophilous	brak-marien
Eunotia implicata	1	onbekend	zoet
Navicula kevingensis	1	benthos epipelon	brak
Opephora guenter-grassii	6	onbekend	brak-marien
Paralia sulcata	1	tychoplankton	marien
Planothidium lanceolatum	1	epiphytes	zoet-brak
Pseudostaurosira brevistriata var. inflata	4	onbekend	zoet-brak

Tabel 9.34 Lijst van geïdentificeerde soorten in monster SM09:74-77 (bron: Cvetkoska 2025).

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
BH01	GrN 23816	2,51-2,54	top rietveen in top Hollandveen	1650 ±40	260-540 n.Chr.	415 n.Chr..
BH02	GrN 23817	2,72-2,75	basis riet-/houtveen in Hollandveen	2980 ±50	1387-1048 v.Chr.	1200 v.Chr.
BH03	GrN 23818	2,83-2,85	top oligotroof veen in Hollandveen	3130 ±40	1498-1291 v.Chr.	1410 v.Chr.
BH04	GrN 23819	3,08-3,10	basis oligotroof veen in Hollandveen	4430 ±60	3337-2917 v.Chr.	3065 v.Chr.
BH05	GrN 23820	3,20-3,22	rietveen aan basis Hollandveen	4660 ±80	3638-3106 v.Chr.	3300 v.Chr.

Tabel 9.35 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van de boring bij De Bonte Hen (TNO-boornummer B25B1567). Maaiveldhoogte van de boring is 1,0 m –NAP.

¹⁴C-dateringen van boring WSB03 (TNO-boornummer B25B3030)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 5,35 m –MV (3,50 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 150 v.Chr. geduurd. Het rietveenmonster met gagel erboven heeft een ouderdom van ca. 320 v.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang naar eutroof/mesotroof veen geschat op ca. 500 v.Chr.

¹⁴C-dateringen van boring WSB18 (TNO-boornummer B25B3043)

In de beschrijving van deze boring ligt de laaggrens tussen oligotroof veen en rietveen op 5,69 m –MV (2,89 m –NAP). De oligotrofe veenvorming heeft tot ca. 965 v.Chr. geduurd. Het rietveenmonster met gagel erboven heeft een ouderdom van ca. 275 v.Chr. Op basis hiervan wordt de ouderdom van de overgang naar eutroof/mesotroof veen geschat op ca. 500 v.Chr.

9.6 Ouderdom van de overgang oligotroof naar eutroof veen langs de Zaan op basis van ¹⁴C-dateringen

In tabel 9.39 zijn alle ¹⁴C-dateringen uit de boorkernen langs de Zaan, genomen aan de top van het oligotrofe veen en aan de basis van het eutrofe veen, op een rij gezet. De volgorde van de Zaanboringen in de lijst is van noord naar zuid (van boven naar onder). Voor locaties van de Zaanboringen, zie afb. 1.1 en 9.2. De ouderdomsinformatie in de overzichtstabel in tabel 9.39 is gebaseerd op de data die is gepresenteerd in de dateringstabellen van het vorige hoofdstuk.

Op basis van het bovenste gedateerde oligotrofe veenmonster en het onderste eutrofe monster is een schatting gemaakt van wanneer de overgang van oligotrofe naar de eutrofe veengroei plaatsvond of, anders gezegd, wanneer het nutriëntenrijke water van de Zaan de veengroei ging beïnvloeden en oligotroof veen overging in rietveen (met vaak gagel aan de basis).

Bij alle ouderdomsgetallen in overzichtstabel 9.39 staat '±', vermeld waarmee wordt aangegeven dat het geen absolute (harde) ouderdomsgetallen betreft maar schattingen van het jaar van de veenovergang. Iedere ¹⁴C-datering heeft een 2-sigma betrouwbaarheidsrange van 95%, die voor bepaalde dateringen wel een ± van 100 jaar kan betekenen (zie hoofdstuk 4). Tussen het bovenste gedateerde oligotrofe veenmonster en het onderste eutrofe monster zit een klein diepteverschil van een dm of meer en daarmee ook een tijds marge. Die tijds marge tussen het bovenste gedateerde oligotrofe veenmonster en het onderste eutrofe monster kan soms groot zijn, zoals bij boring ZBo8: het ¹⁴C-datering

diepteverschil in is daar 27 cm en het ouderdomsverschil bedraagt ca. 360 jaar (zie tabel 9.20). Bij boring ZBo9 is het tijds hiaat tussen de twee veensoorten zelfs meer dan 3000 jaar. Hier is sprake van het verdwijnen van veen, waarschijnlijk doordat het is gaan drijven en vervolgens is weggespoeld. De aangeboorde venige klei en het eutrofe veen op het oligotrofe veen bestaan waarschijnlijk ook uit verspoeld organisch materiaal. Door het zeer grote tijds hiaat zijn de dateringen van boring ZMo9 ongeschikt voor de reconstructie van het ontstaan van de Zaan.

Ook bij het gebruik van de overige dateringen van de laag-overgang van oligotroof naar eutroof veen moet in de landschapsreconstructie van de Zaan rekening gehouden worden met de '±'-onzekerheid van de dateringen. De tijds marges kunnen in extreme gevallen – zoals bij de Wilhelminasluis – in de orde liggen van ca. 300 jaar boven of onder het geschatte jaartal van de veenovergang. Soms gaat het dus om de orde van grootte van een archeologische periode.

Ondanks de genoemde onzekerheden zijn er duidelijke trends te zien in de ouderdom van de eutrofiëring van het veen in de boringen langs de Zaan. Opmerkelijk is dat de oudste dateringen van de overgang van oligotroof naar eutroof veen afkomstig zijn uit het middengedeelte van de Zaan bij Wormerveer/Westeinde: boring ZBo4 (±1900 v.Chr.), boring ZBo7 (±1900 v.Chr.), boring ZBo3 (±2050 v.Chr.), zie ook afb. 9.2. Bij de noordelijk gelegen boringen ZBo5 (±600 v.Chr.) en ZBo6 (±600 v.Chr.) zijn de overgangen van oligotroof naar eutroof veen significant jonger; dat geldt ook voor de zuidelijk gelegen boringen ZBo2 (±300 n.Chr.), ZBo10 (±100 v.Chr.) en ZBo1 (±570 n.Chr.). Omdat de overslaggronden van de Zaan ten noorden en zuiden van het middelste deel van de Zaanloop ruim 1000 jaar jonger zijn, is het logisch te veronderstellen dat er in het gebied tussen boringen ZBo4, ZBo7, ZBo3 en BH een open waterverbinding bestond richting wat nu de Assendelverpolders zijn. Een aanwijzing hiervoor geeft de bodemkundige verkenningkaart van de STIBOKA uit 1953-1954 (afb. 9.10). Ter hoogte van het spoorlijntracé tussen de stations Krommenie en Wormerveer is op die kaart een zone van rietveen gekarteerd tussen oligotroof veen in de huidige woonwijk Saendelft van Krommenie, nabij ZBo7. Voor de bodemkartering werd er tot 1,2 m –MV geboord. Dit houdt in dat beneden de 1,2 m onder het toenmalige maaiveld oligotroof veen aanwezig kan zijn dat niet op de bodemkaart uit 1953-1954 zichtbaar is.

De rietveenzone die in de jaren 1950 werd gekarteerd loopt door naar de Engewormer en naar het gebied van de Zaanse Schans, waar de boring bij De Bonte Hen (BH) gezet is. Daar is de overgang van oligotroof naar eutroof veen gedateerd rond 1300 v.Chr. Boring ZBo8, aan de westelijke overzijde van de Zaan, ligt in een gebied dat op de bodemkaart nog net

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo2:510	Poz-150014	3,34	hout	315 ±30	1490-1646	±1550
WSBo2:516-518	Poz-150193	3,40-3,42	top rietveen,	1560 ±30	426-575 n.Chr.	±480 n.Chr.
WSBo2:560-561	Poz-150016	3,84-3,85	hout, gagel in amorf veen	2475 ±30	770-423 v.Chr.	±660 v.Chr.
WSBo2:578	Poz-150018	4,02	heidetakje	3080 ±30	1407-1263 v.Chr.	±1325 v.Chr.
WSBo2:642-643	Poz-150019	4,66-4,67	basis oligotroof veen	4185 ±35	2891-2632 v.Chr.	±2770 v.Chr.
WSBo2:655-657	Poz-150020	4,79-4,81	basis rietveen	4495 ±35	3335-3036 v.Chr.	±3190 v.Chr.
WSBo2:838	Poz-149672	6,62	mariene schelpen*	5210 ±40	4536-4354 v.Chr.	±3980 v.Chr.
WSBo2:877	Poz-149715	7,01	mariene schelpen*	5140 ±35	4449-4338 v.Chr.	±3980 v.Chr.

Tabel 9.36 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring WSBo2 (TNO-boornummer B25B3029). Maaiveldhoogte van de boring is 1,76 m +NAP. * gecorrigeerd voor 400 jaar reservoir effect.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSBo3:321	Poz-150021	1,36	rietmat – 14C/12	435 ±30	1421-1615	±1450
WSBo3:445-446	Poz-150022	2,60-2,61	rietstengels – 14C/13	455 ±30	1414-1475	±1445
WSBo3:450-465	Poz-150475	2,65-2,80	paaltje – 14C/14	540 ±30	1322-1437	±1410
WSBo3:515-518	Poz-150023	3,30-3,33	hout, gagel – 14C/15	2195 ±30	366-171 v.Chr.	±320 v.Chr.
WSBo3:560	Poz-150157	3,75	heidetakje – 14C/17	3280 ±35	1623-1455 v.Chr.	±1560 v.Chr.
WSBo3:635-636	Poz-150165	4,50-4,51	sphagnum veen – 14C/18	4390 ±30	3096-2913 v.Chr.	±2955 v.Chr.
WSBo3:648-649	Poz-150024	4,63-4,64	basis rietveen – 14C/19	4555 ±35	3486-3102 v.Chr.	±3230 v.Chr.

Tabel 9.37 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring WSBo3 (TNO-boornummer B25B3030). Maaiveldhoogte van de boring is 1,85 m +NAP.

Monster-nummer	Lab. nummer	Diepte in m –NAP	Type monster	Dateringen BP	2-sigma range	Beste aanname
WSB18:470-473	Poz-150141	1,90-1,93	rietmat	525 ±30	1327-1442	±1415
WSB18:516-518	Poz-150015	2,36-2,38	top Hollandveen	1475 ±30	554-645	±600
WSB18:569	Poz-150453	2,89	hout, gagel	2205 ±30	371-176 v.Chr.	±275 v.Chr.
WSB18:595	Poz-150142	3,15	heidetakje	2810 ±35	1055-837 v.Chr.	±965 v.Chr.
WSB18:650	Poz-150478	3,70	platig veen	4505 ±35	3360-3092 v.Chr.	±3150 v.Chr.
WSB18:664	Poz-150166	3,84	basis rietveen	4540 ±35	3369-3101 v.Chr.	±3175 v.Chr.

Tabel 9.38 Uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van boring WSB18 (TNO-boornummer B25B3043). Maaiveldhoogte van de boring is 2,80 m +NAP.

als oligotroof veen is gekarteerd en behoort tot het hoogveengebied van Westzaan. De overgang van oligotroof naar eutroof veen is bij boring ZBo8 significant jonger dan aan de oostzijde van de Zaan. De ouderdom van de veenovergang ligt daar namelijk rond 600 v.Chr.; aan de kant van Westzaan is de eutrofiëring dus langer doorgegaan.

De verklaring voor de eutrofiëring van het veen rond 2000 v.Chr. in het gebied van boringen ZBo4, ZBo7 en ZBo3 – namelijk de incidentele overspoeling van het veen met voedselrijk water – lijkt samen te hangen met de verlegging van de Oer-IJmond bij Velsen naar een nieuw zeegat tussen Heemskerk en Assum.⁵¹ In die tijd brak de gesloten strandwal tussen Heemskerk en Uitgeest daar open. Via dit nieuwe zeegat kon het water opgestuwd worden naar het noordelijk deel van de Assendelver- en de Uitgeesterbroekpolder. Het bestaan van een rietveenzone langs de spoorlijn richting Wormerveer wijst erop dat het veengebied daar ook

incidenteel tijdens extreem hoge waterstanden (stormen) onderwater stond. Dit gegeven kan een verklaring vormen voor de eutrofe veenontwikkeling rond 2000 v.Chr. die is aangetroffen bij boringen ZBo4, ZBo7 en ZBo3.

De eutrofiëring van het oligotrofe veen langs de noordelijke Zaanloop bij West en Oost Knollendam (boringen ZBo5 en ZBo6) en de zuidelijke Zaanloop bij de Wilhelminasluis (boringen WSBo2, WSBo3 en WSB18) dateerde uit de Vroege IJzertijd, tussen ca. 650 en 500 v.Chr. De noordelijke Zaanloop heeft zich ontwikkeld vanuit de Stierop, een getijdengeul die via het Uitgeestermeer en door de strandwal van Uitgeest verbinding had met het Oer-IJ. Via deze getijdengeul konden de veenrivieren van de Schermer en Bamestra naar zee afwateren (af . 2.1). De datering van de overgang van het oligotrofe naar het eutrofe veen in de Starnmeerpolder (boring SM09) wijst erop dat rond 1000 v.Chr. daar al een

Veldnummer	TNO-boornummer	Top oligotroof veenmonster	Basis eutroof veenmonster	Overgang oligotroof - eutroof veen
SMo9	B25D2103	±1100 v.Chr.	±925 v.Chr.	±1000 v.Chr.
ZBo5	B25D2114	±850 v.Chr.	±550 v.Chr.	±600 v.Chr.
ZBo6	B25D2115	±1025 v.Chr.	±600 v.Chr.	±650 v.Chr.
ZBo4	B25D2113	±2050 v.Chr.	±1835 v.Chr.	±1900 v.Chr.
ZBo7	B25D2216	±2100 v.Chr.	±1675 v.Chr.	±1900 v.Chr.
ZBo3	B25D2112	±2060 v.Chr.	±2050 v.Chr.	±2050 v.Chr.
ZBo8	B25B3068	±900 v.Chr.	±540 v.Chr.	±600 v.Chr.
BH	B25B1567	±1410 v.Chr.	±1200 v.Chr.	±1300 v.Chr.
ZBo2	B25B3067	±200 n.Chr.	±400 n.Chr.	±300 n.Chr.
ZBo1	B25B3066	±560 n.Chr.	±580 n.Chr.	±570 n.Chr.
ZB14	B25B3076	±275 n.Chr.	±580 n.Chr.	±350 n.Chr.
ZB13	B25B3075	±100 n.Chr.	±375 n.Chr.	±250 n.Chr.
ZB10	B25B3072	±275 v.Chr.	±25 n.Chr.	±100 v.Chr.
ZB11	B25B3073	±550 v.Chr.	±300 v.Chr.	±400 v.Chr.
ZB12	B25B3074	±275 v.Chr.	±125 n.Chr.	±50 n.Chr.
ZBo9	B25B3069	±2350 v.Chr.	±600 v.Chr.?	?
WSBo2	B25B3029	±1325 v.Chr.	±660 v.Chr.	±600 v.Chr.
WSBo3	B25B3030	±1560 v.Chr.	±320 v.Chr.	±500 v.Chr.
WSB18	B25B3043	±925 v.Chr.	±275 v.Chr.	±500 v.Chr.

Tabel 9.39 Overzichtstabel van de datering van de overgang van oligotroof naar eutroof veen op basis van de ¹⁴C-gedateerde venige monsters, genomen uit de boringen langs de Zaan. De dateringen zijn gebaseerd op de gegevens uit de tabellen 9.2 (ZBo1), 9.5 (ZBo2), 9.8 (ZBo3), 9.11 (ZBo4), 9.13 (ZBo5), 9.15 (ZBo6), 9.17 (ZBo7), 9.20 (ZBo8), 9.22 (ZBo9), 9.24 (ZB10), 9.28 (ZB11), 9.29 (ZB12), 9.30 (ZB13), 9.31 (ZB14), 9.32 (SMo9), 9.35 (BH), 9.36 (WSBo2), 9.37 (WSBo3), en 9.38 (WSB18).

verbinding bestond met de Stierop en dat daar voedselrijk water over de oevers van de veenrivier stroomde. De veenomslag oligotroof-eutroof veen is bij de boringen ZBo5 en ZBo6 tussen ca. 650 en 600 v.Chr. gedateerd. De Noordelijke Zaan komt dan in verbinding met de veenrivier de Wormer en de kleine zuidelijke zijtak die naar de Zaanse Schans (boring bij De Bonte Hen) liep. De vergroting en verlenging van de loop van de Noordelijke Zaan naar de Wormer in de Vroege IJzertijd vond plaats in de periode dat de mariene activiteit in het Oer-IJ sterk toenam. In de Assendelpolder werd langs de randen met het Oer-IJ kwelderleem over het veen afgezet, hetgeen betekende dat de stormvloed waterstand (Extreem Hoog Water; EHW) in het Oer-IJ in die periode hoger was geworden. Aanwijzingen van een versterkte erosie in het Oer-IJ in de periode rond 600 v.Chr. zijn gevonden aan de basis van de getijdenkreek bij de spoortunnel De Kleis. Daar lagen – naast de opgegraven Kano van Uitgeest – brokken veen die op afslag van het achterliggende veengebied wijzen. De dateringen bij de Wilhelminasluis (WSBo2, WSBo3 en WSB18) wijzen er ook op dat daar – in de Vroege IJzertijd (ca. 600-500 v.Chr.), tijdens de actieve fase van het Oer-IJ – eutrofiëring van het oligotrofe veen plaatsvond.

De dateringen van de overgangen van oligotroof naar eutroof veen in de monsters van de boringen ten noorden en zuiden

van de brug van de A8 over de Zaan, zijn van vroeger datum. De oligotrofe veenvorming in dit gebied ging langere tijd door. Dit hoogveen vormde rond het begin van de jaartelling een blokkade voor de waterverbinding tussen de Noordelijke en Zuidelijke Zaan. Vooral langs de oostkant van de Zaan is de oligotrofe veengroei lang doorgedaan. De overgang van oligotroof naar eutroof veen is daar in boringen ZBo2, ZBo1, ZB14 en ZB13 gedateerd tussen ca. 300 en 570 n.Chr. Aan de westzijde van de Zaan vond de overgang van oligotrofe naar eutrofe veengroei eerder plaats, tussen ca. 400 v.Chr. en ca. 50 n.Chr. Opvallend is de relatief oude datering van de overgang van oligotroof naar eutroof veen van de gedateerde monsters in boring ZB11 (ca. 400 v.Chr.) terwijl de veenovergang aan de oostelijke overkant, boring ZB14, rond 350 n.Chr. is gedateerd. De onderlinge afstand tussen de boringen ZB11 en ZB14 bedraagt ±250 m. De huidige Zaan is op deze locatie tussen de 100 en 150 m breed. Binnen de huidige geul zit dus 'speelruimte' om een veenrivier met venige eutrofe overslaggronden van ca. 150 tot 200 m te localiseren. Het is daarom niet uit te sluiten dat er al in de Midden/Late IJzertijd een heel smalle noord-zuidverbinding in de Zaan bestond, tussen de locaties van de boringen aan de westkant (ZB10, ZB11 en ZB12) en die aan de oostkant (ZBo1, ZB14 en ZB13). Ook is het mogelijk dat de noord-zuidverbinding van de Zaan later, na de IJzertijd, is ontstaan. De overgang van oligotroof

naar eutroof veen is bij de boringen ZB12 en ZB13 gedateerd op ca. 50 n.Chr. (westzijde Zaan) en 250 n.Chr. (oostzijde Zaan). Daartussen kan dus nog een hoogveenbarrière hebben gelegen die pas aan het begin van de Romeinse tijd is doorgebroken.

Samenvatting tijdwaarderend pollenonderzoek

Bij het tijdwaarderend pollenonderzoek is ervan uitgegaan dat de roggepollen vooral na ca. 1000 in de Zaanafzettingen terechtgekomen zijn, omdat rogge pas op grote schaal verbouwd werd op het vanaf die tijd ontgonnen hoogveen in de Zaanstreek. Wanneer de resultaten van de tijdwaarderende pollenscan vergeleken worden met de uitkomsten van de ¹⁴C-dateringen van de boommonsters op vergelijkbare diepten, dan lijkt het erop dat de bovengestelde aanname echter niet altijd klopt.

Per Zaanboring is op volgorde van boornummer de balans opgemaakt waar roggepollen wel of juist niet zijn waargenomen in monsters die gedateerd zijn voor 1000.

De monsters van de onderstaande boornummers zijn alle gedateerd voor 1000. De zwartgedrukte nummers bevatten geen roggepollen; de roodgedrukte wel. In de blauwgedrukte boringen is slechts een enkele roggepol waargenomen.

- ♦ **ZBo1:** roggepollen waargenomen in monster 328-329 met een ¹⁴C-datering van ca. 580.
- ♦ ZBo2: geen roggepollen waargenomen in de monsters die ¹⁴C-gedateerd zijn voor 1000.
- ♦ ZBo3: roggepollen waargenomen in monster 190-192 met een ¹⁴C-datering rond 1000.
- ♦ ZBo4: geen roggepollen waargenomen in de monsters die ¹⁴C-gedateerd zijn voor 1000.
- ♦ **ZBo5:** roggepollen waargenomen in monster 75-76 met een ¹⁴C-datering van ca. 180 v.Chr.
- ♦ **ZBo6:** roggepollen waargenomen in monsters 85-88, 138-140 en 151-153; alle met een ¹⁴C-datering van voor 1000.
- ♦ ZBo7: geen roggepollen waargenomen in de monsters die ¹⁴C-gedateerd zijn voor 1000.
- ♦ ZBo8: geen roggepollen waargenomen in de monsters die ¹⁴C-gedateerd zijn voor 1000.
- ♦ **ZBo9:** roggepollen waargenomen in monsters 256-258, 300-303 en 413-415, alle met een ¹⁴C-datering van voor 1000. NB Het organisch materiaal in de top van boring ZBo9 kan verspoeld zijn en om die reden een te oude datering geven. Mogelijk dateren de pollen dus van na 1000. De waargenomen roggepollen in monster 413-415 moeten door vervuiling in het monster zijn terechtgekomen, omdat het gaat om basisveen gedateerd op ca. 3175 v.Chr. en toen werd er zeker geen rogge verbouwd.
- ♦ **ZB10:** De bovenste twee monsters bevatten geen pollen maar in het onderste monster 387-388, met een ¹⁴C-datering van ca. 300 v.Chr., zijn wel roggepollen waargenomen. Ook hier lijkt het erop dat er sprake is van monstervervuiling.

- ♦ **SMog:** roggepollen waargenomen in monsters 95-98, 106-108, 131-133 en 143-145, alle met een ¹⁴C-datering van voor 1000. In monster 143-145, met een datering van ca. 1100 v.Chr., werd ook korenbloem waargenomen, hetgeen niet in overeenstemming is met de periodisering van dit pollentype. In de monsters van deze boring lijkt sprake te zijn van 'pollenverontreiniging', mogelijk veroorzaakt door inspoeling van pollen via het grondwater in de diepere ondergrond.

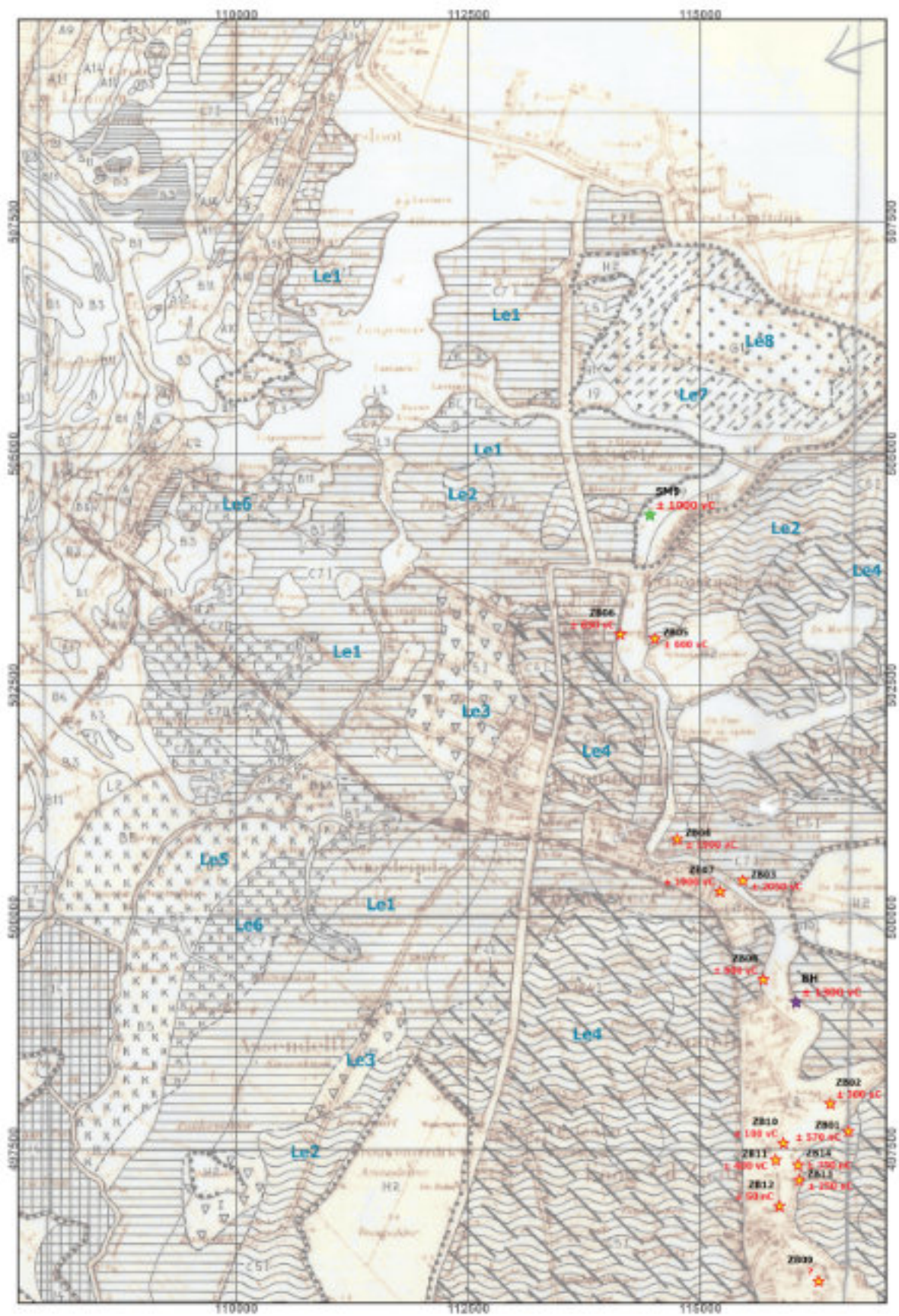
In de monsters van boringen ZBo2, ZBo3, ZBo4, ZBo7 en ZBo8 is de tijdsindicatie van de aangetroffen roggepollen na ca. 1000 in overeenstemming met de ¹⁴C-datering op de vergelijkbare monsterhoogten. In de (blauwgedrukte) boringen ZBo1 en ZBo5 is slechts een enkele roggepol waargenomen; daarmee wordt ervan uitgegaan dat ook deze pollenscans overeenstemmen met de ¹⁴C-gedateringen (zie hoofdstuk 4, paragraaf 4.2).

Voor de monsters uit de boringen ZBo6, ZBo9, ZBo10 en SMog geldt dit evenwel niet. Opvallend is dat ook roggepollen zijn waargenomen in relatief oude monsters die ¹⁴C-gedateerd zijn vroeger dan 500 v.Chr. Dit betreft monsters ZBo6:138-140 (ca. 600 v.Chr.), ZBo6:151-153 (ca. 1025 v.Chr.) en ZBo9:413-415 (3175 v.Chr.). Hier moet sprake zijn van verontreiniging omdat rogge voor 500 v.Chr. zeker niet verbouwd werd. Mogelijk kan de verontreiniging hebben plaatsgevonden door inspoeling van pollen via het grondwater in uitdrogende bodems. Met name voor boring SMog lijkt dit het geval te zijn geweest, omdat 'te oude' roggepollen daar in het hele bodemprofiel zitten en zelfs korenbloem op grote diepte is waargenomen (SMog:143-145). Ook in boring ZBo6 kan dit het geval zijn geweest.

Samenvatting diatomeeënonderzoek

De eutrofe venige overslaggronden langs de Zaan zijn meestal arm aan diatomeeën. De oligotrofe veenmonsters bevatten in het geheel geen diatomeeën; waarschijnlijk zijn deze er oorspronkelijk wel geweest maar zijn ze later opgelost in het silica-arme veengrondwatermilieu. Ondanks het feit dat veel monsters arm zijn aan diatomeeën bevatten ze wel interessante soorten die als autochtoon (ter plaatse geleefd hebbend) beschouwd kunnen worden. Deze soorten geven informatie over de waterkwaliteit ten tijde van de afzetting. Het paleo-afzettingsmilieu zelf is bekend; het zijn rivieroverslaggronden (op oligotroof veen) die langs de randen van de Zaan gevormd zijn.

De monsters in de Zaanoverslag gedateerd in de Romeinse tijd of de periode daarvoor zijn ZBo3:190-192 (ca. 1000 v.Chr.), ZBo7:183-185 (ca. 860 v.Chr.), ZBo5:75-76 (ca. 180 v.Chr.), ZBo10:358-359 (ca. 25 n.Chr.) en ZBo10:319-320 (ca. 350 n.Chr.). Deze monsters bevatten de volgende zoet tot zoet-brakke (< 0,9 ‰) en brak-zoetwater (0,9-1,8 ‰) soorten:



Aulacoseira ambigua, *Cocconeisplacenta*, *Planorbulina lanceolata*, *Pseudostauroneis brevistriata* var. *Inflata*, *Sellaphora atomoides*, *Fragilaria famelica*, *Hippodonta hungarica*, *Diatoma vulgare*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula erifuga* en *Nitzschia inconspicua*.

Het gaat hier om soorten, die veel voorkomen in de moderne 'zoetwater'-monsters en die in het hele land zijn waargenomen bij monitoringsprogramma's uitgevoerd door Waardenburg Ecology (mondelinge mededeling A. Cvetkoska). Meestal houden deze soorten verband met een wat verhoogd zoutgehalte of elektrolytenconcentratie. Deze soorten worden uiteindelijk aangetroffen in 'zoetwater'-omgevingen met verhoogde saliniteitsniveaus, die verband kunnen houden met natuurlijke fenomenen als incidentele overstromingen door water een hogere saliniteit.

De diatomeeën in de monsters uit de Zaanafzettingen die in de Vroege Middeleeuwen zijn gevormd (450-1000 n.Chr.) duiden erop dat het overstromingswater langs de Zaan in die tijd wat brakker was. In deze monsters – ZBo1:328-329 (ca. 560 n. Chr.), ZBo2:221-222 (ca. 725), ZBo2:241-242 (ca. 450 n.Chr.) en SMo9:74-77 (475 n.Chr.) – komen naast zoet-brakke soorten (saliniteit < 0,9 ‰) ook zoet-brakke tot brakke soorten (saliniteitsrange 0,9-9,0 ‰) voor: *Opephora guenter-grassii*, *Navicula peregrina*, *Pseudostauroneis geocolle-garum*, *Tabularia fasciculata*, *Diploneis interrupta* en *Nitzschia inconspicua*.

De monsters uit de pikklei – de laatmiddeleeuwse (en jongere) deklaag die achter de IJdijken in natte, vochtige en incidenteel overstromde en onderwater staande weilanden gevormd werd – hebben ook een diatomeeënflora die op vrij brakke condities wijst. Kenmerkende soorten in deze monsters (ZBo6:75-76 en SMo9:37-39) zijn: *Opephora guenter-grassii*, *Diploneis didyma*, *Diploneis interrupta*, *Diploneis smithii* en *Navicula cincta*.

De diatomeeënsoorten die geanalyseerd zijn in het monster uit de top van de Wormerklei onder het Hollandveen (ZBo9:418) wijken sterk af van de diatomeeënassemblage die is waargenomen in de monsters langs de Zaan. De diatomeeënsamenstelling van het Wormerklei monster bestaat voor het overgrote deel uit kustallochtone diatomeeën. Dit zijn diatomeeën die vanuit zee via de getijdenstromen zijn aangevoerd en zijn gesedimenteerd in de kustafzettingen. Door de grote aantallen gesedimenteerde diatomeeën zijn de autochtone diatomeeën vrijwel volledig 'weggedrukt' in de relatieve abundantiepercentages. Alleen de *Diploneis didyma* zou een autochtone soort kunnen zijn. Deze geeft een indicatie van een hoogwad- of laag kweldermilieu, het verlandende afzettingsmilieu dat te verwachten is onder het Hollandveen.

Afb. 9.10 Uitsnede uit de bodemkundige verkenningkaart van de provincie Noord-Holland, zuidelijk deel (bron: STIBOKA 1953-1954). Op de uitsnede zijn de locaties van de Zaanboringen (zwart) en de ouderdomsgetallen (rood) van de veenomslag van oligotroof naar eutroof veen weergegeven (zie voor locaties ook afb. 9.1). De blauwe symbolen op de kaart staan voor de legenda-eenheden: Le1: rietveen (eutroof); Le2: veenmosveen (oligotroof); Le3: berken-, zegge- en gaelveen (mesotroof); Le4: veenmosveen, gedeeltelijk uitgeveend of verland; Le5: jonge zeekleigronden, slappe zavel of klei; Le6: slappe zavel- of kleidek op rietveen; Le7: restveen of meermolm op oude zeekleigronden; en Le8: oude zeekleigronden, met op 80-100 cm zeezand in de ondergrond.

48 Vos 1998.

49 <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>.

50 Vos 1998.

51 Vos et al. 2015.

10 | Synthese: de landschapsgeschiedenis van de Zaan en de Zaanstreek

De nieuwe geologische, archeologische paleo-ecologische en dateringsgegevens die zijn gegenereerd uit de boringen van de deelprojecten Wilhelminasluis, Oostzijderkerk, Oude Scheepswerven Zaandam, Starnmeer en Engewormer, leveren belangrijke nieuwe paleolandschappelijke informatie op waarmee de geschiedenis van de Zaan en de Zaanstreek kan worden gereconstrueerd.

Het geologisch booronderzoek in de deelprojectgebieden heeft zich geconcentreerd op de geulafzettingen en de oeverafzettingen van de Zaan. De gereconstrueerde loop van de Zaan is weergegeven in een serie paleogeografische kaarten tussen 2750 en 2000 v.Chr. (af. 11.1 t/m 11.13). Op deze paleokaarten is de loop van de Zaan – mede op basis van dit onderzoek – iets aangepast ten opzichte van de kaarten in de Atlas van Nederland in het Holoceen en de paleokaarten in het eerste deel van Noord-Holland in het 1^e millennium.⁵²

10.1 Geologie van de oudere, dieperliggende afzettingen

De diepst aangeboorde lagen rond de Wilhelminasluis zijn pleistocene zanden, die aan het einde van de laatste IJstijd (het Weichselien, voor 11,5 duizend jaar geleden) door de wind zijn afgezet. De top van het pleistocene zand ligt op een diepte tussen de 12,2 en 12,5 m – NAP (af. 6.2 t/m 6.5). Op dit pleistocene zand ligt een laag basisveen, gevormd in de periode rond 6000 v.Chr.

Als gevolg van de holocene zeespiegelstijging verdronk het gebied; tussen 5500 en 3850 v.Chr. veranderde de Zaanstreek in een groot getijdengebied met wadplaten en getijdengeulen (af. 11.2 en 11.3), een getijdenmilieu dat vergelijkbaar is met de huidige Waddenzee. In deze periode zijn de gelaagde afzettingen van grijs Wormerzand/-klei in de ondergrond van de Wilhelminasluis gevormd (WO-z/k in af. 5.2 en 6.5). In boring B25B3029 zijn op een diepte tussen 7 en 6,6 m – NAP *Scrobicularia plana*-schelpen (slijkgaper) in de wadafzettingen gedateerd met behulp van de radioactieve koolstofmethode (tabel 5.14). Deze gaven een ouderdom van rond de 4000 v.Chr. De top van de Wormerafzettingen bestaat uit een blauw-grijze, rietdoorwortelde klei (WO-k) op een diepte van 4,6-5,5 m – NAP (af. 5.2 en 6.5). Deze klei is gevormd in een kweldermilieu, in de periode tussen ca. 3500 en 3200 v.Chr. (Midden-Neolithicum). Betreding door de mens (en bewoning?) van dit kwelderlandschap onder het veen was in

principe mogelijk. De kwelders werden alleen tijdens extreem hoog stormwater overstroomd. De kans om bij Zaandam materiaal uit deze periode te vinden lijkt klein, omdat de kwelders waarschijnlijk erg drassig waren. Ook lag Zaandam in die tijd ver weg van de droge en bewoonbare locaties op de strandwallen voor de kust bij Haarlem-Spaarndam en de hoge pleistocene gronden van de Utrechtse heuvelrug. Maar via de getijdengeulen en kreken zou men met kano's het kweldergebied bij Zaandam hebben kunnen bereiken.

10.2 De vorming van het Hollandveen

Tussen ca. 3300 en 3175 v.Chr. begint op de Wormerklei veen te groeien (tabel 5.13 en 9.35). Dit veenpakket wordt het Hollandveenpakket genoemd. De vastgestelde periode waarin dit pakket begint te groeien komt overeen met de dateringen van de basis van het Hollandveen in de omgeving van het onderzoeksgebied, zoals bij dateringslocaties Neck, Wormer en de Afrikahaven.⁵³ De dikte van het totale Hollandveenpakket bedraagt bij de Oostzijderkerk en in het oost-profiel ca. 1,5 m. Bij De Bonte Hen op de locatie van de Zaanse Schans (4,2 km noordelijk van de Wilhelminasluis) is de dikte van het Hollandveen wat groter en bedraagt deze meer dan 2 m. De basis van het Hollandveen bestaat uit amorf rietveen.

Tijdens het begin van de Hollandveenvorming werd het veen in de Zaanstreek nog incidenteel overstroomd met voedselrijk water en vormde zich rietveen (HV-r; af. 5.2 en 6.5). Dit hield vrij snel op – gezien op een geologische tijdschaal. Vanaf dat moment werd de veenontwikkeling oligotroof ('hoogveen'): er ontstond veenvorming met planten zoals heide, veenmos en wollegras. Omdat het veen omhoog groeide werd het niet meer overstroomd met voedselrijk water en was het veen voor zijn watervoorziening volledig afhankelijk van voedselarm regenwater. De oligotrofe veenvorming begon bij de Wilhelminasluis tussen ca. 3150 en 2750 v.Chr. (tabel 5.12). De dateringen van de basis van het oligotrofe veen (HV-o; af. 5.2 en 6.5) in de omgeving (Neck en Wormer) laten vergelijkbare waarden zien. Bij de locatie De Bonte Hen begon de oligotrofe veenvorming iets vroeger, rond 3065 v.Chr. (tabel 9.35).

Het oligotrofe veen langs de huidige Zaan werd afgedekt met een laag rietveen; deze afdekking verliep diachroom in de tijd. De oligotrofe veengroei ging het langst door in de

hoogveenkoepels Westzaan, Oostzaan en het Wormer- en Jisperveld. Tussen deze hoogveenkoepels lagen lagergelegen afwateringsbanen, waarin mogelijk kleine veenriviertjes en meertjes hebben gelegen. Door de latere erosie van de Zaanrivier en die van de veenmeren zoals het Starnmeer en de Engewormer zijn deze geologisch gezien niet meer aan te wijzen.

Langs de randen van het hoogveen en in de afwateringsbanen werd het veen eutroof, waar deze incidenteel overstroomd werden door voedselrijk water. De bron van het overstromingswater in de Zaanstreek was het hoge water in het getijdengebied van het Oer-IJ. Tijdens grote stormen op zee en bij de afvoer van hoogwater vanuit het veenachterland kon het Extreem Hoge Waterniveau (EHW) in het Oer-IJ grote hoogten bereiken. Het gevolg daarvan was dat de lagergelegen afwateringsbanen van het hoogveen onder water kwamen te staan. Op de locaties die incidenteel overstroomd werden door nutriëntenrijk hoogwater vanuit het Oer-IJ werd de veenvorming eutroof en kon zich rietveen vormen, dat vaak iets kleiig is.

10.3 Het ont staan van de Zaan

De Zaan is in eerste instantie een veenafwateringsrivier geweest die gelegen heeft tussen de hoogveenkoepels Westzaan, Oostzaan, Kromenier Woudpolder en het Wormer- en Jisperveld. De oudste afzettingen van de veenrivier zijn door latere erosie niet meer te herleiden, maar de eutrofe oeverafzettingen – bestaande uit venige kleien, kleiig veen en rietveen – zijn langs de huidige Zaan wel bewaard gebleven. Met behulp van ¹⁴C-dateringen van deze organisch rijke oeverafzettingen is de ouderdom van de Zaaninvloed op die locaties te bepalen.

In tabel 9.39 zijn voor de boorlocaties langs de Zaan de ouderdommen aangegeven van de overgang van oligotroof naar eutroof veen. Opvallend is dat de oudste overgang in het middelste deel van de Zaan ligt (af . 9.1), ter hoogte van de boringen ZBo4 (±1900 v.Chr.), ZBo7 (±1900 v.Chr.) en ZBo3 (±2050 v.Chr.).

Aan de noordkant van de Zaan bij de Starnmeerpolder en aan de zuidkant bij de Wilhelminasluis is de overgang van oligotroof naar eutroof veen aanzienlijk jonger. Langs de Noordelijke Zaan, tussen de Starnmeerpolder en Wormerveer, is de veenovergang oligotroof-eutroof veen bij boring SMO9 gedateerd rond 1000 v.Chr. en bij de boringen ZBo5 en boring ZBo6 rond 600 en 650 v.Chr. Langs de Zuidelijke Zaan, bij de Wilhelminasluis, ligt deze veenomslag ook in die periode, tussen ca. 600 en 500 v.Chr. (tabel 9.39).

De omslag van oligotroof naar eutroof veen heeft dus in het middelste deel van de Zaan ca. 1000 tot 1500 jaar eerder plaatsgevonden dan aan de noord- en zuidkant. Overstromingswater vanuit het Oer-IJ moet om die reden in de periode rond 2000 v.Chr. vanuit het westen zijn gekomen, uit

het gebied waar zich nu de Noordelijke Assendelverpolders en de Uitgeesterbroekpolder bevinden.

De bodemkundige verkenningkaart uit 1953-1954 geeft voor deze aanvoer van voedselrijk water uit westelijke richting een onderbouwing (af . 9.10).⁵⁴ Tussen Assendelft-Noord, de woonwijk Saendelft en Wormerveer is een rietveenaan gekarteerd die ligt tussen de hoogveenkoepels bij Krommenie en Westzaan. De rietveenzone loopt op de bodemkaart door naar de Engewormer. Ook langs de Zaan, richting de Zaanse Schans, is rietveen gekarteerd. Daar is bij de boring bij De Bonte Hen (BH) rietveen op oligotroof veen aangeboord. De omslag van oligotroof veen naar rietveen is bij de molen De Bonte Hen gedateerd rond 1300 v.Chr., op een diepte van 1,4 m – maaiveld. De bodemkundige karteerdiepte in de jaren 1950 bedroeg 1,2 m. Dit betekent dat onder het gekarteerde rietveen op de bodemkaart nog oligotroof veen kan voorkomen, hetgeen ook het geval is bij de boring bij De Bonte Hen. De bodemkaart (af . 9.10) geeft dus binnen de rietveenzone aan waar het rietveen relatief dik is (dikker dan 1,2 m). Daar waar op de bodemkaart oligotroof veen is gekarteerd, ligt het voedselarme veen relatief hoog; het betreft hier de voormalige hoogveenkoepels in de Zaanstreek waar de veenrivier de Zaan tussenin geklemd lag.

In paleolandschappelijk opzicht is er een verklaring voor het feit dat rond 2000 v.Chr. voedselrijk overstromingswater over het veen van Assendelft-Noord tot aan Wormerveer kwam. In die tijd had de Oer-IJmonding bij Velsen zich verlegd rond naar een nieuw zeegat tussen Heemskerk en Assum.⁵⁵ Via dit noordelijk gelegen zeegat kon Oer-IJwater tijdens grote stormen opgestuwd worden richting de venen van de Uitgeesterbroekpolder, de noordelijke Assendelverpolder en het veengebied bij Wormerveer. Het moet hierbij om incidentele, oppervlakkige inundaties zijn gegaan die plaatsvonden tijdens perioden van extreem hoog water in het Oer-IJ. In de rietveenzone zijn geen kreken gekarteerd en evenmin op de bodemkaart van de STIBOKA of het geologische kaartblad 19-West.⁵⁶ De afwatering van de Wormer en Noordelijke Zaan in westelijke richting zal daarom erg oppervlakkig zijn geweest en hebben bestaan uit afwateringsbanen met mogelijk kleine veenriviertjes.

De ¹⁴C-dateringen langs de Zaan laten zien dat tot aan de Late IJzertijd de oligotrofe veengebieden van Westzaan en Oostzaan (boringen WSB02 en WSB18; tabel 9.36 en 9.38) en die van de Kromenier Woudpolder en het Wormer- en Jisperveld (boringen ZBo5 en ZBo6; tabel 9.13 en 9.15) met elkaar verbonden waren. Op deze locaties had zich nog geen Zaanloop met overslaggronden langs de oevers ontwikkeld. Wel bevonden zich in het hoogveen waarschijnlijk relatief laaggelegen afwateringsbanen, die na ca. 600 v.Chr. onder invloed van toegenomen extreem hoge waterstanden in het Oer-IJ incidenteel overstroomden. Deze incidentele inundaties zorgden voor de omslag van oligotroof naar eutroof veen.

De hogere stormvloedwaterstanden na ca. 650 v.Chr. zijn te verklaren door een sterk toegenomen mariene activiteit in het Oer-IJ.⁵⁷ In de Assendelverpolders werd na die tijd een dek van kwelderklei over het veenrandgebied van de Assendelverpolders afgezet. In de kwelderkreek in de bouwput De Kleis onder het spoor bij Uitgeest is de toegenomen mariene activiteit af te leiden aan de geërodeerde veenbrokken in de kreek. Door de toegenomen activiteit was na 650 v.Chr. niet alleen het stormvloedniveau in het Oer-IJ verhoogd, maar ook de getijde-amplitude (het verschil tussen eb en vloed) was groter geworden. Dat hield in dat tijdens laagwaterstanden bij eb het afwateringswater vanuit de veengebieden beter konden afstromen naar zee en de veenriviertjes zich insneden in de veenondergrond en dieper en breder werden. Tijdens vloed werd dit erosieve proces versterkt; het vloedwater kwam sneller via de veenriviertjes het veengebied binnen en de toegenomen stroomsnelheden zorgen voor het verder inslijpen van de veenrivier. Door grotere water aan- en afvoeren uit het getijdengebied van het Oer-IJ trad er terugschrijdende erosie op richting de kern van het veengebied. Voor de Zaan had dit tot gevolg dat de veenrivier in de loop van de tijd werd vergroot.

De Noordelijke Zaan had ter hoogte van de Starnmeerpolder (Boring SM09; tabel 9.32 en 9.39) rond 1000 v.Chr. al verbinding met het afwateringsstelsel van het veen bij de Schermer, Stierop en Bamestra, dat door de strandwal van Uitgeest naar de Oer-IJ monding afstroomde. Na ca. 650 v.Chr. kreeg dit stelsel door de toegenomen mariene activiteit van het Oer-IJ verbinding met de afwateringsbanen van de Wormer en die richting de Zaanse Schans (boring ZB08; tabel 9.20 en 9.39). Door de afwatering van de Wormer via de noordelijke Zaangeul zal de westelijke, oppervlakkige afwatering van de Wormer richting Assendelft-Noord zijn afgenomen; een riviergeulstelsel zoals dat van de middeleeuwse Zaan heeft zich in dit gebied nooit gevormd. De Zuidelijke Zaan bij de Wilhelminasluis is ook na ca. 600 v.Chr. tot ontwikkeling gekomen. De Noordelijke en Zuidelijke Zaan zijn lang gescheiden geweest, tot in de Late IJzertijd. Ter hoogte van de brug van de snelweg A8 en de Zaan heeft een relatief hoogveen barrière gelegen. De overgang van oligotroof veen naar rietveen is daar aan de westkant van de Zaan bij boring ZB12 gedateerd rond 50 n.Chr. en aan de oostkant bij boringen ZB13 en ZB14 rond respectievelijk 250 en 350 n.Chr. Noordelijk van de A8 en ook aan de oostkant van de Zaan is de veenomslag bij boringen ZB01 en ZB02 gedateerd rond 570 en 300 n.Chr. (tabel 9.39).

Aan de westkant van de Zaan, net ten noorden en zuiden van de A8, is de omslag van oligotroof veen naar eutroof veen gedateerd in de Midden tot Late IJzertijd; bij boring ZB10 heeft de veenomslag een ouderdom van rond 100 v.Chr. en bij boring ZB11 is deze rond 400 v.Chr. gedateerd.

Deze relatief oude dateringen bij de A8, aan de westkant van de Zaan, kunnen betekenen dat de veenbarrière

(hoogveenrug) al in de Late IJzertijd/vroeg-Romeinse tijd is doorbroken (af . 10.1). Er bestaat namelijk 'ruimte' tussen de gedateerde boringen aan de west- en oostzijde van de huidige Zaan. De afstand tussen boringen ZB12 en ZB13 bedraagt ca. 250 m en de Zaanrivier is daar ca. 150 m breed. Het is dus mogelijk dat in deze ruimte tijdens de Late IJzertijd/vroeg-Romeinse tijd een opening is ontstaan tussen de Noordelijke en Zuidelijke Zaan; een opening die aan de westzijde van de huidige Zaan gelegen zal hebben. Omdat de jongste datering van de veenomslag bij boring ZB12 rond 50 n.Chr. is gedateerd, is in de paleolandschappelijke reconstructie van 100 n.Chr. een doorgaande waterverbinding tussen de Noordelijke en Zuidelijke Zaan getekend (af . 11.8). Deze waterverbinding is dus nu eerder in de tijd geplaatst dan De Cock deed in 1955 (af . 2.1).⁵⁸ De doorbraak van de Noordelijke en Zuidelijke Zaan kan samenhangen met de sluiting van het zeegat van het Oer-IJ bij Bakkum in de Late IJzertijd. Door de sluiting kon het Oer-IJ niet meer direct op de Noordzee afwateren. De afwateringsrichting was door de sluiting omgekeerd en liep vanaf die tijd via de hoofdgeul van het Oer-IJ naar de Flevomeren en de Waddenzee. Via de doorgaande noordelijke en zuidelijke Zaangeul was er in de Romeinse tijd een directere afwatering ontstaan van de veendrainagesystemen van de Stierop, Bamestra en Wormer richting de geul van het Oer-IJ en de Flevomeren. Hierdoor werd de Zaan een steeds belangrijker regionale waterloop.

Door afslag werd de hoofdgeul van het Oer-IJ steeds breder maar ook steeds ondieper, omdat veel afgeslagen oevermateriaal erin terecht kwam, als gevolg van het wegvallen van de getijdenstroming in de geul, waardoor het geërodeerde veelal organische materiaal achterbleef. Het Oer-IJ transformeerde daardoor in de Vroege Middeleeuwen van een smalle diepe geul naar een breed en ondiep IJ. In het huidige IJsselmeergebied groeiden toen de Flevomeren – ook door afslag – uit tot een grote lagune: de Almere. In de Late Middeleeuwen ontwikkelde deze lagune zich tot een binnenzee, de Zuiderzee. In het IJ werd, door de toenemende mariene invloed in het Zuiderzeegebied, het water geleidelijk brakker. Uit het diatomeeënonderzoek langs de Zaan komt naar voren dat het Zaanwater na ca. 450 n.Chr. ook iets zouter werd en zich ontwikkelde van wisselend zoet tot zoet-brak naar zoet-brak tot brak.

10.4 De laatste fase van de Hollandveenvorming langs de Zaan

De eutrofe Hollandveenvorming langs de Zaan ging door tot in de Vroege Middeleeuwen. De dateringen van de top van het Hollandveen in de boringen bij de Wilhelminasluis en de Oostzijderkerk laten zien dat de eutrofe veenvorming daar zeker doorging tot ca. 4800-660 n.Chr. (tabel 5.11, 5.18 en 5.19) en bij De Bonte Hen tot ca. 415 n.Chr. (tabel 5.19).

Onder de Oostzijderkerk geeft de datering van de top van het Hollandveen in boringen KBo2 en OKo2a (B25B3051 en B25B3049) een ouderdom van respectievelijk 10 v.Chr. en 755 n.Chr. (tabel 5.17 en 5.18). Bij de dateringen van (kleiig) top Hollandveen moet er rekening mee worden gehouden dat de top van het veen verdwenen is door oxidatie en/of afgraving. De datering van ca. 10 v.Chr. is waarschijnlijk veroorzaakt door afgraving, dit gezien de iets diepere ligging van het dateringsmonster (3,14 m –NAP). Ook de grafiek van sondering So1 (af . 6.3) laat zien dat het Hollandveen onder de kerk plaatselijk vergraven is (organogene opvulling tot ca. 4,9 m –NAP). Verwonderlijk is dit niet. De top van de oorspronkelijke plaggenophogingslaag is vergraven tijdens de begravingen die van de 16de tot de 19de eeuw in de kerk plaatsvonden.

De relatief oude datering van ca. 10 v.Chr. bevestigt overigens ook dat de rietveenvorming ter hoogte van de kerk al in de Late IJzertijd (250–0 v.Chr.) plaatsvond. Dat het hier om een datering aan het einde van de IJzertijd of het begin van de Romeinse tijd gaat, blijkt ook uit het voorkomen van *Carpinus* (haagbeuk) in de tijdwaarderende pollenscan (tabel 6.4). De rietveenvorming langs de Zaan zal zijn doorgegaan tot de lokale ontginningen aan het begin van de Late Middeleeuwen. Een aanwijzing hiervoor is de veenplagdatering in de ophogingslaag van boring B25B3051 (monster KBo2:341; tabel 6.1) in de Oostzijderkerk. Deze geeft een ouderdom van ca. 1010. De veenplag zal lokaal gewonnen zijn, hetgeen erop wijst dat op de winlocatie de rietveenvorming doorging tot aan het begin van de Late Middeleeuwen. De veenplag kon onder de kerk goed geconserveerd zijn door de afscherming tegen oxidatie door de afdekkende ophogingslagen.

10.5 Verdieping van de Zaangeul

Uit de boringen van het Wilhelminasluis-project blijkt dat de rivier de Zaan zich diep heeft ingesneden in de ondergrond, tot ca. 11–12 m –NAP (af . 6.5). De breedte van de rivierinsnijding bedraagt ca. 75 m. Deze afmetingen zijn erg diep en breed voor een veenafwateringsrivier. Een dergelijke omvang betekent dat er een lange periode veel water met een grote kracht door de rivier heeft gestroomd heeft, wat voor verdieping van de geul heeft gezorgd. Het betekent ook dat door de kracht van het water de geul ter hoogte van de Wilhelminasluis van west naar oost is opgeschoven, tot aan de Oostzijderkerk (af . 5.1 en 6.5).

De tijdwaarderende pollenscan aan boring B25B3054 (veldnummer SWo3) op de locatie de Oude Scheepswerven Zaandam geeft aan dat de laagopvulling met detritusgyttja van de Zaan daar plaatsvond in de Vroege Middeleeuwen, tussen 300 en 1000 n.Chr. (tabel 7.2). Dit kan worden aan genomen omdat er in het monster haagbeukpollen aanwezig zijn (ruwe datering van na 200–300 n.Chr.) en roggepollen ontbreken (pre-Late Middeleeuwen).

De Zaan-opvullingsafzettingen bij de Oude Scheepswerven zijn ouder dan de Zaan-opvullingsafzettingen die zijn aan-geboord in het oostprofiel bij de Wilhelminasluis. De Zaan-afzettingen in het oostprofiel zijn gevormd na 1000; dit kan worden vastgesteld op basis van de aanwezigheid van rogge in de tijdwaarderende pollenscan (tabel 5.15 t/m 5.20). De westzijde van de Zaan was dus al grotendeels dichtgeslibd, terwijl in die tijd (Late Middeleeuwen) de Zaan zich bij het oostprofiel juist verdiepte.

De diepe rivierinsnijding van de Zaan bij het oostprofiel kan verklaard worden door de antropogene invloed op het veenlandschap vanaf 1000 na Chr. In die tijd zijn de grote veenmeren van het IJ, de Wormer, het Starnmeer, het Alkmaardermeer, de Schermer, Purmer en Beemster in Noord-Holland ontstaan. De vorming van deze meren was het gevolg van de grootschalige veenontginningen die in de 11de, 12de en 13de eeuw plaatsvonden in de Zaanstreek en het centrale deel van Noord-Holland. Langs de oorspronkelijke veenriviertjes, zoals de Wormer, Schermer, Purmer en Beemster, werd veen gewonnen, waardoor er veenmeertjes ontstonden. Deze meertjes werden als gevolg van de door- gaande veenwinning en de afkalving van het veen langs de randen ten gevolge van winderosie groter en groter. In de 11de tot 13de eeuw hadden deze meren een open verbinding met de Zuiderzee en het IJ.

De getijslag (het verschil tussen waterstand bij eb en vloed) in de Zuiderzee bedroeg voor de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 0,2 tot 0,6 m.⁵⁹ Omdat in de Middeleeuwen de meren met elkaar in verbinding stonden en tevens verschillende open waterverbindingen met de Zuiderzee hadden –zowel in het zuiden (via Zaandam, Bus en Dam op het IJ), als in het oosten (via Edam, Monnikendam en Schardam op de Zuiderzee) – had ieder meer zijn eigen getijdenritmiek. Daardoor stroomde er voortdurend water heen en weer tussen de meren, het IJ en de Zuiderzee.

De sterke, heen en weer gaande stroming tussen het IJ en de meren Wormer, Starnmeer, Alkmaardermeer en Schermer zorgde ervoor dat de Zaan zich in de Late Middeleeuwen uiteindelijk kon insnijden tot een maximale diepte van 11–12 m –NAP en een breedte kon krijgen tot ca. 75 m. De sterke verdieping van de geul hing samen met de zandige ondergrond onder het Hollandveen. De zandige bodem van de Wormer-getijdenafzettingen spoelde makkelijker weg dan de venige oevers, waardoor de Zaangeul zich niet veel verbreedde maar wel diep kon insnijden.

Ook de oevers van de Zaanrivier werden incidenteel over- stroomd zodat daar kleiige overslaggronden werden gevormd. Deze overstromingen waren in de Late Middeleeuwen vooral het gevolg van wateropstuwing vanuit de Zuiderzee en het IJ tijdens noordoosterstormen. De aldus tot stand gekomen kleiige oeverafzetting – waar de opho- gingslaag van plaggen onder de Oostzijderkerk uit bestaat

– dateert gezien de aanwezigheid van roggepollen in de plaggen uit de Late Middeleeuwen (tabel 6.4 en 6.5).

Het diatomeeënonderzoek aan de monsters uit de kleiige plaggenophogingen laat zien dat de saliniteit van het Zaanwater fluctueerde tussen zoet-brak en brak (tabel 6.4 t/m 6.9; afb. 6.6). Er was dus enige mariene invloed, maar de *Bithynia*-slakjes in de laatmiddeleeuwse Zaanafzettingen wijzen ook op (periodiek) zoetwater in of in de directe omgeving van de Zaan. Zoals hierboven al gesteld moet de zoutinvloed in de Zaan moet via het IJ, de Zuiderzee en de Waddenzee hebben plaatsgevonden, omdat de Noord-Hollandse kustlijn tussen Zandvoort en Egmond in de Middeleeuwen geheel afgesloten was door duinen en strandwallen, waardoor er geen zoute invloed in het achterland van de Zaanstreek mogelijk was.

10.6 Oude veenrivieren in de Engewormer- en Starnmeerpolders?

Het booronderzoek in de Engewormer en de Starnmeer is uitgevoerd om vast te stellen of in de ondergrond van deze droogmakerijen afzettingen van riviergeulen voorkomen die verbinding hadden met de Zaan. De droogmakerijen waren meren die in de 11de en 12de eeuw zijn gevormd en in de 17de eeuw zijn drooggelegd. Tijdens de meerfase is het oorspronkelijke Hollandveen voor een groot deel opgeruimd (zie de boorprofielen in afb. 8.2 en 8.4). De overgang van meerbodem/Hollandveen naar de Wormerafzettingen in de polders ligt daar rond de 4,25 m –NAP.

In de booraaian van de Engewormer en de Starnmeerpolder zijn geen geologische aanwijzingen gevonden in de vorm van afzettingen van veenriviergeulen die zich hebben ingesneden in het onderliggende Wormer Laagpakket. Wel zijn de laatmiddeleeuwse veenmeren op beperkte schaal in de top van de Wormer afzettingen geërodeerd (afb. 8.4, boring B19D2104).

Dat er geen insnijdingen van veenrivieren in de Wormerafzettingen zijn gevonden betekent dat de oorspronkelijke veenrivier zich niet dieper had ingesneden dan tot in het onderste deel van het Hollandveen. Ervan uitgaande dat het voormalig veenpakket een dikte van 2 tot 3 m +NAP had en de basis van het veen rond 4,25 m –NAP lag, kan de bodem van de veronderstelde veenrivieren in deze polders niet dieper hebben gelegen dan ca. 6 tot 7 m onder het toenmalig maaiveld.

In de Starnmeer zijn in boring B19D2104 (afb. 8.4) verspoelde schelpresten in de afzettingen van de meerbodem gevonden. Mogelijk zijn deze afkomstig uit de oorspronkelijke, lokaal aanwezige getijdenkreek van het Oer-IJ. De aanwezigheid van dubbelkleppige juveniele *Cerastoderma edule*schelpjes wijst op een zeer lokale verspoeling van schelpmateriaal. Indien het gaat hier om verspoelde kreekafzettingen in de meerbodem, betreft het een brakwaterkreek uit de IJzertijd

(of zelfs ouder) die via de Stierop in verbinding stond met het Oer-IJ getijdensysteem bij Uitgeest.

10.7 Gevolgen van De Dam in de Zaan

De stroming tussen de veenmeren Schermer en Wormer en het IJ viel weg toen aan het begin van de 14de eeuw een dam (De Dam, afb. 3.1) in de Zaan werd aangelegd. De Dam wordt voor het eerst genoemd in 1316, maar de vermelding in deze bron heeft betrekking op de situatie in 1313.⁶⁰ Geschat wordt dat de bouw van De Dam in de Zaan plaatsvond tussen 1300 en 1313 of mogelijk iets eerder (mondelinge mededeling Piet Kleij).

Een gevolg van het wegvallen van de stroming aan het begin van de 14de eeuw was dat de diepe riviergeul van de Zaan zich begon op te vullen. De opvulling bestaat voor een groot deel uit organisch rijke, kleiige afzettingen (ZOV; afb. 5.2 en 6.5). Door het afkalven van het Hollandveen in de omgeving (o.a. aan de randen van het IJ) kwam dit organogene materiaal in het afzettingsmilieu terecht. Het gevolg was dat in het nu betrekkelijk rustige Zaanwater, detrituskleien en detritusgyttja's werden afgezet, samen met brokjes verslagen veen. In het onderste deel van de Zaanopvulling (beneden de ca. 5 m –NAP) kwamen in de organogene Zaankeien zoetwaterslakjes voor, waaronder *Bithynia*. Dit wijst erop dat het afzettingsmilieu van de Zaan (periodiek?) zoet was en dat het zuidelijke deel van de Zuiderzee en het aangrenzende IJ in de Late Middeleeuwen nog niet sterk verzilt waren.

Naast natuurlijke afzettingen – vooral in het onderste deel – is de Zaan ook opgevuld met antropogeen afval, waaronder baksteen, plaggen en rietmatten (ZOV en POH; afb. 5.2 en 6.5). De ¹⁴C-gedateerde rietmatten (platte rietstengelniveaus) uit de boorkernen lagen op een diepte van 1,36–7,20 m –NAP. De meeste rietstengeldateringen (alle uit boringen in het oostprofiel) geven een tijdsperiode tussen ca. 1350 en ca. 1460 (tabel 5.3 en 5.10). Hieruit blijkt dat in deze periode het gebied tussen de Oostkade en de Zuiddijk (het oostprofiel) is dichtgegooid/aangeplempt en tot het land is gaan behoren. De Dam in de Zaan (ca. 1300–1313) is ouder dan deze opvulling aan de Zuiddijk. Dit gegeven kan erop wijzen dat de eerste dam een relatief smalle (houten?) dam is geweest, die later aan de zijkanen is opgevuld met organisch rijk sediment uit de directe omgeving, dat in het rustige water naar de bodem is gezonken. De oudste ¹⁴C-gedateerde, door mensen aangebrachte Zaanopvulling is van de rietstengelmat uit boring B25B3028, met een datering rond 1350 (tabel 5.10). Deze boring ligt ter hoogte van de locatie van de Dam (afb. 5.1). Daar vond dus tussen de Oostkade en de Zuiddijk de eerste opvulling/kunstmatige ophoging plaats. Het IVO-O booronderzoek langs de Oostkade – een tiental meters ten westen van het oostprofiel naast de kerk – laat zien dat de opvulling van de Zaan daar veel jonger is.⁶¹ Op

deze plek bevatten de Zaan-opvullingsafzettingen pijpenstelen uit de 17de-18de eeuw. De Zaan was dus ter plekke van de Oostkade in die tijd nog open. Ook aan overkant van de Zaan, ter hoogte van het westprofiel bij de Dam en de Wilhelminakade (af . 5.1), was de Zaan nog open en zijn pijpenstelen in de Zaan-opvullingsafzettingen gevonden (boringen B25B3035 en B25B3036; af . 5.3).

Het gebied tussen de Wilhelminakade en het Zaantheater, dat in de 19de eeuw nog onderdeel uitmaakte van de Voorzaan, is aan het begin van de 20ste eeuw met een zandsuppletie van Wormerafzettingen (GWZ-laag in het westprofiel; af . 5.3) drooggelegd. Dat is nu de 'Dam' waarop het beeld van Tsaar Peter staat. Met deze ophoging en indijking kreeg Zaandam zijn huidige aanzicht.

10.8 De ophogingslaag van de Oostzijderkerk

De Oostzijderkerk ligt in het verlengde van de Dam tegen de Zuiddijk aan (af . 3.1). Onder de Oostzijderkerk komt op het Hollandveen een venige/kleiige plaggenlaag voor (laag OL in het profiel van af . 6.5). Dit is de verhoging waarop de kerk is gebouwd. De ophogingslaag van de kerk van veen- en kleiige plaggen is ongeveer 1,5 m dik en gevormd in de periode van de Late Middeleeuwen; zoveel kan worden vastgesteld op grond van de genoemde jongste plagdatering van na ca. 1010. Deze laatmiddeleeuwse datering sluit goed aan bij de tijdwaarderende pollenscans van de monsters uit de organogene plaggenophogingslagen. Deze bevatten alle roggepollen (tabel 6.4 en 6.5), hetgeen ook op een ouderdom van na het jaar 1000 wijst.

De ophogingslaag kan – gedeeltelijk(?) – onderdeel uitmaken van de Zuiddijk, maar vormt tegelijkertijd de terpachtige verhoging die achter de dijk is opgeworpen ten behoeve van de kerkbouw. Omdat de terp bovendien in het verlengde van de Dam ligt, kan hij ook nog hebben gediend om het punt te verstevigen waar de dam op de Zuiddijk uitkomt. Daar was de Zaan immers het diepste, tot wel 11 à 12 meter.

Het diatomeeënonderzoek aan de monsters uit de kleiige plaggenophogingen laat zien dat de sedimentbron van de plaggen bestaat uit oeverafzettingen van de Zaan, die lokaal gewonnen zullen zijn. De autochtone diatomeeënflora uit deze monsters wijst erop dat de saliniteit van het Zaanwater fluctueerde tussen zoet-brak en brak (tabel 6.6 t/m 6.9; af . 6.6).

De top van de oorspronkelijke plaggenophogingslaag zal, zoals hierboven gezegd, vergraven zijn tijdens begravingen in de kerk. De begravingslaag (laag BL in het profiel van af . 6.5) bestaat uit een vuile, humeuze, kleiige laag met onder meer skeletresten en hout van grafkisten. Deze begravingslaag is afgedekt met een pakket schoonzand van ruim 1,5 m dik. Dit ophoogzand wordt gerekend tot de POH laag in het profiel van af . 6.5.

10.9 De ondergrond van de Oude Scheepswerven Zaandam

Op de locatie van de Oude Scheepswerven Zaandam (af . 7.1, 7.2 en 7.3) was de vraag of het veen onder de laag waarop de scheepswerven stonden bestond uit natuurlijk gegroeid Hollandveen, ophoogmateriaal of aangespoelde drijvende veenschollen. Om deze vraag te beantwoorden is onderzoek gedaan naar de ouderdom van dit veenmateriaal en naar de onderliggende detritusgyttja-afzettingen van de Zaan. Het ontbreken van roggepollen in de tijdwaarderende pollenscan (tabel 7.2) is een indicatie dat de detritusgyttja van de Zaan gevormd was voor het jaar 1000.

Het onderste deel van de bovenliggende veenlaag bevatte evenmin roggepollen en de ¹⁴C-dateringen van dit veen bevestigden de pollentijdwaarderung van voor 1000: de dateringen van het veen kwamen uit op respectievelijk ca. 307 en 580 n.Chr. (tabel 7.1). Op de grens tussen het veen en de detritusgyttja van de Zaan kwam een stukje hout voor met een opvallend jonge datering van ca. 1437 (tabel 7.1). Het bovenliggende veen was dus ouder dan het hout. Het veen moet daarom zijn verplaatst (in de vorm van drijvend veen) of uit ophoogmateriaal bestaan. Een argument dat voor ophoging pleit (ten gevolge van het dempen van de westoever van de Zaan) is dat de boringen uit het onderzoek bij de Scheepswerven (af . 7.3) een afwisseling van veenlagen, klei en veendetritus laten zien.⁶² Dit is geen logische, natuurlijke sequentie en deze samenstelling is ook te complex voor aangespoeld drijvend veen. De conclusie moet daarom zijn dat de scheepswerflaag ligt op organogeen ophogingsmateriaal.

52 Vos et al. in druk; Van Eerden & Vos 2024.

53 Vos 2015.

54 STIBOKA 1953-1954.

55 Vos & Van Eerden 2015.

56 Westerhoff et al. 1987.

57 Vos & Van Eerden 2015.

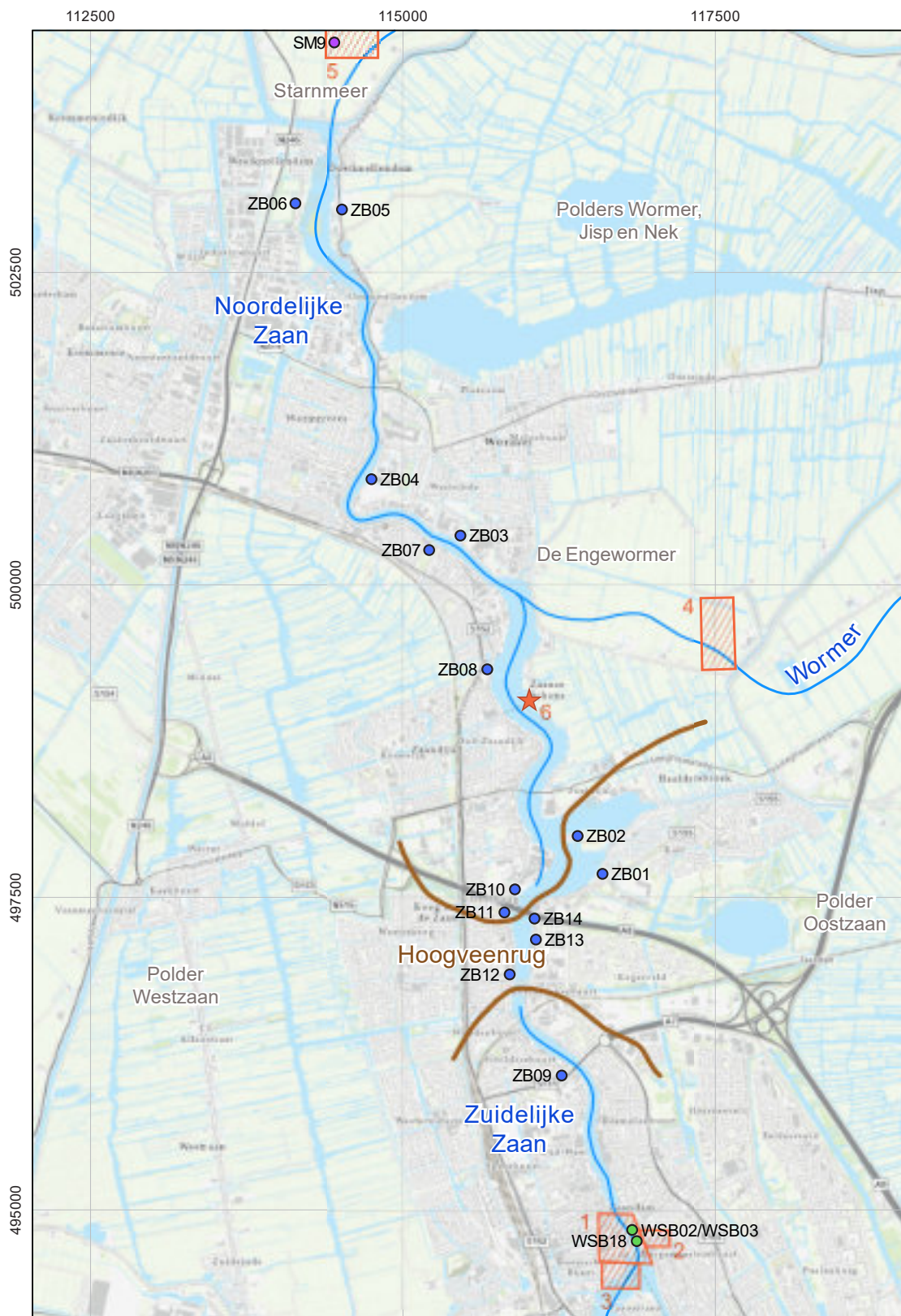
58 De Cock 1955.

59 Klok & Schalkers 1980.

60 De Bont & Kleij 2012.

61 Floore et al. 2013.

62 Dautzenberg et al. 2001.



Afb. 10.1 Locatiekaart met de ligging van de veenrivieren de Noordelijke Zaan, de Wormer en de Zuidelijke Zaan in de Late IJzertijd / begin Romeinse tijd en de positie van de hoogveenrug in die tijd. De ligging van de hoogveenrug is gebaseerd op de ¹⁴C-ouderdomsbepalingen uit de dateringsboringen langs de Zaan (zie af . 9.1 en 9.10).

11 | Paleogeografie van de Zaanstreek

In afb. 11.1 t/m afb. 11.13 is de paleogeografische ontwikkeling van de Zaanstreek en omgeving weergegeven voor de periode van 5500 v.Chr. tot en met 2000 n.Chr. De kaarten zijn uitsneden van de paleokaarten die zijn gepubliceerd in het eerste deel van Noord-Holland in het 1^e millennium.⁶³ De locatie van de Wilhelminasluis is met een gele ster op de kaarten aangegeven.

Het veengebied op deze regionale kaarten heeft een bruine kleur. Er is geen onderscheid gemaakt in verschillende veentypen (eutroof, mesotroof en oligotroof veen), omdat voor die reconstructies te weinig gegevens beschikbaar waren. Vooral ouderdomsgegevens over het voorkomen van de verschillende veentypen ontbreken. Ook de afwateringsbanen en meerstallen tussen de hoogveenkoepels zijn niet gekarteerd, omdat ook over de datering en de geologie onvoldoende gegevens beschikbaar waren. Daarnaast is ook een groot deel van deze organisch rijke afzettingen verdwenen door oxidatie of door laatmiddeleeuwse meererosie.

De veenrivieren en waterlopen in het veen zijn wel gereconstrueerd; ze zijn aangegeven met blauwe lijntjes. Deze zijn in de paleogeografische kaarten (afb. 11.2 t/m 11.13) geplaatst in de afwateringsbanen tussen de gebieden met de voormalige grote hoogveenkoepels van de polders West- en Oostzaan en de veenpolders van Wormer, Jisp en Nek en in de drooggelegde meren Wijdewormer, Engewormer, Starnmeer en Schermer (voor de locatie van de genoemde veengebieden en voormalige meren, zie afb. 10.1).

De loop van de Zaanrivier is in de kaartreconstructies tussen 2750 v.Chr. en 800 n.Chr. (afb. 11.4 t/m 11.10) aangepast ten opzichte van de paleokaarten in het eerste deel van Noord-Holland in het 1^e millennium, op basis van de resultaten van dit onderzoek. Nieuw inzicht is verkregen over de ouderdom van de invloed van de Zaan op de veenvorming aan de hand van de ¹⁴C-dateringen van de Zaan-oeverafzettingen, die bestaan uit eutroof (kleiig) rietveen (zie afb. 9.2 en afb. 9.10; en tabel 9.39).

De paleokaarten van 5500 en 3850 v.Chr. (afb. 11.2 en 11.3) laten zien dat het gebied van Zaandam en omgeving nog onderdeel was van een groot getijdengebied dat in het gehele centrale deel van Noord-Holland voorkwam. In die periode werden de afzettingen van Wormer gevormd. Op de kaart met de situatie rond 3850 v.Chr. is bij de Wilhelminasluis

een getijdengeul getekend vanuit het zeegatsysteem van Haarlem-Amsterdam, mede op basis van de geulinsnijding die in de ondergrond van de sluis is gekarteerd (zie het geologisch west-oostprofiel over de Zaan; afb. 6.5).

Tussen 3850 en 2750 v.Chr. verlandde het getijdengebied van de Wormer (afb. 11.3 en 11.4), werd de kustlijn gesloten met een serie strandwallen en begon zich achter die strandwallen in de Zaanstreek en omgeving op grote schaal veen te vormen. De kustlijn was echter niet geheel afgesloten. Ter hoogte van Velsen lag rond 2750 v.Chr. het zeegat van het Oer-IJ, met daarachter in het getijdengebied een krekensysteem, waarlangs het veenachterland kon afwateren (afb. 11.4). Het Oer-IJ was het restant van het zeegatsysteem van Haarlem-Amsterdam, dat in noordelijke richting was opgeschoven. Op het Oer-IJ waterden veenriviertjes af zoals de Amstel en de Eem. De Zaan was in die tijd nog een kleine zijtak van het Oer-IJ en liep nog niet door tot aan de Wilhelminasluis van Zaandam. Zoveel kan worden geconcludeerd uit het gegeven dat daar tot in de Late Bronstijd nog oligotroof veen groeide.

De verlegging van het zeegat van het Oer-IJ bij Velsen (rond 2000 v.Chr.) naar een nieuwe positie tussen de strandwal van Heemskerk en Assum-Uitgeest had grote gevolgen voor het veengebied in de Uitgeesterbroekpolder en het noordelijk deel van de Assendelpolders. Langs de nieuwe hoofdgeul tussen Velsen en Uitgeest breidde het getijdengebied met wadden en kwelders zich uit (afb. 11.5). Het aangrenzende veengebied werd overstroomd tijdens grote stormen op zee, waarbij het stormwater kon doordringen tot het gebied van de huidige Zaan bij Wormerveer. Daar lag een relatief lage eutrofe veenzone tussen de hoogveenkoepels van Westzaan en de Krommenieër Woudpolder. Deze lage veenzone vormde de afwateringsbaan van de Wormer. In deze afwateringsbaan lagen mogelijk kleine veenkrekens, maar deze waren zo klein dat ze op de bodemkaart van 1953-1954 (afb. 9.10) of op de geologische kaart 19W niet konden worden gekarteerd.⁶⁴ De afbeelding op de paleogeografische kaart van 1500 v.Chr., waarop de afwateringsbaan van de Wormer met een kleine veenrivier te zien is, is daarom gebaseerd op een aanname (afb. 11.5).

De Noordelijke en Zuidelijke Zaan ontwikkelden zich pas na ca. 650-600 v.Chr., in de periode dat de mariene activiteit in het Oer-IJ sterk toenam. Tijdens deze actieve mariene fase steeg het maximale stormvloedniveau en breidden

de kwelders aan de randen van het Oer-IJ zich uit over het veenrandgebied. Ook de afwateringsbanen tussen de hoogveenkoepels Westzaan en Oostzaan en die tussen de Krommenieër Woudpolder en het Wormer- en Jisperveld werden overstroomd. De gevolgen waren dat zich in deze afwateringsbanen rietveen ging vormen; dat de Noordelijke Zaan zich tussen de Starnmeerpolder en de Zaanse Schans verder ontwikkelde en aansluiting kreeg met de Wormer; en dat zich aan de zuidkant – bij de Wilhelminasluis – de Zuidelijke Zaan vormde (af . 11.6 en 11.7).

Aan het einde van de IJzertijd en het begin van de Romeinse tijd kwamen de Noordelijke en Zuidelijke Zaan met elkaar in verbinding (af . 11.8). De doorbraak was mogelijk het gevolg van stijgend grondwater en hogere waterstanden in de Zaan. De stijging van het waterniveau werd veroorzaakt door de definitieve afsluiting van de monding van het Oer-IJ bij Bakkum door een gesloten strandwal. Hierdoor verslechterde de natuurlijke drainage in het Oer-IJ-gebied. Het Oer-IJ gebied moest vanaf die tijd afwateren in oostelijke richting, via een lange waterweg die liep naar de Flevomeren en de Waddenzee. Dankzij de verbinding tussen de Noordelijke en Zuidelijke Zaan konden de waterlopen in het noordelijke Oer-IJgebied, de Schermer, de Stierop en de Wormer een kortere weg vinden naar het IJ: het meer dat door veen-afkalving langs de randen van de hoofdgeul van het Oer-IJ was ontstaan (af . 11.10).

De resultaten van dit onderzoek geven aan dat de Noordelijke en Zuidelijke Zaan eerder met elkaar in verbinding kwamen dan De Cock in 1955 aangaf in zijn vroegmiddeleeuwse kaart-reconstructie (af . 2.1).⁶³ De ligging van de veenriviertjes op de kaart van De Cock is in overeenstemming met de bevindingen in deze studie.

Een belangrijk keerpunt in de landschapontwikkeling van de Zaanstreek vond plaats in de 10de eeuw. Vanaf die tijd begon de mens het veenlandschap op grote schaal te ontginnen. De oudste ontginning in de 10de eeuw was die in de Assendelpolders; in de 11de en 12de eeuw werd het hele veenlandschap van de Zaanstreek in cultuur gebracht. De gevolgen van de menselijke ingrepen waren groot. Door de ontwatering daalde het oppervlak van het veen sterk door klink (dehydratie) en het verteren van de top van het veen door blootstelling aan de lucht (oxidatie). Ook verdween er veen door afgraving voor onder meer de brandstofvoorziening. Door de afgravingen ontstonden kleine meertjes die door afkalving en verdere ontgraving steeds groter werden (af . 11.11 en 11.12). Tussen de grote meren van de Wijde-wormer, Schermer, Purmer en Beemster waren tot de 14de eeuw nog openwaterverbindingen met het IJ en de Zuider-zee. Ieder meer had zijn eigen hoog- en laagwaterstanden die voor waterstromingen tussen de meren zorgden. Deze stromingen worden in dit rapport verantwoordelijk gehouden voor de diepe erosieve insnijding van de Zaan bij

de Wilhelminasluis, waar de rivier een diepte bereikte tot ruim 11 tot 12 m –NAP (af . 6.5).

Grote antropogene veranderingen in het landschap die opvallen in het kaartbeeld van 2000 (af . 11.13) zijn de droog-legging van de veenmeren en de zeer sterke verstedelijking.

Holocene landschap



Symbolen

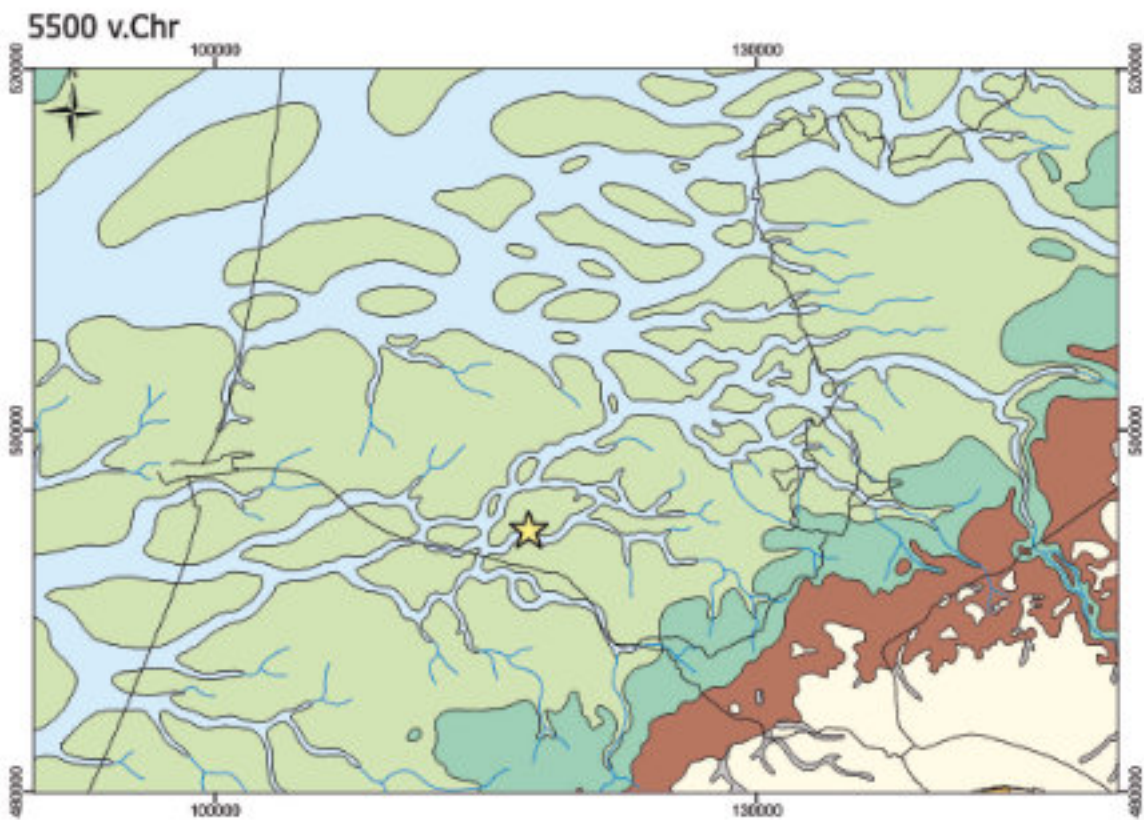


Afb. 11.1 Legenda bij de paleogeografische kaarten van de Zaanstreek.

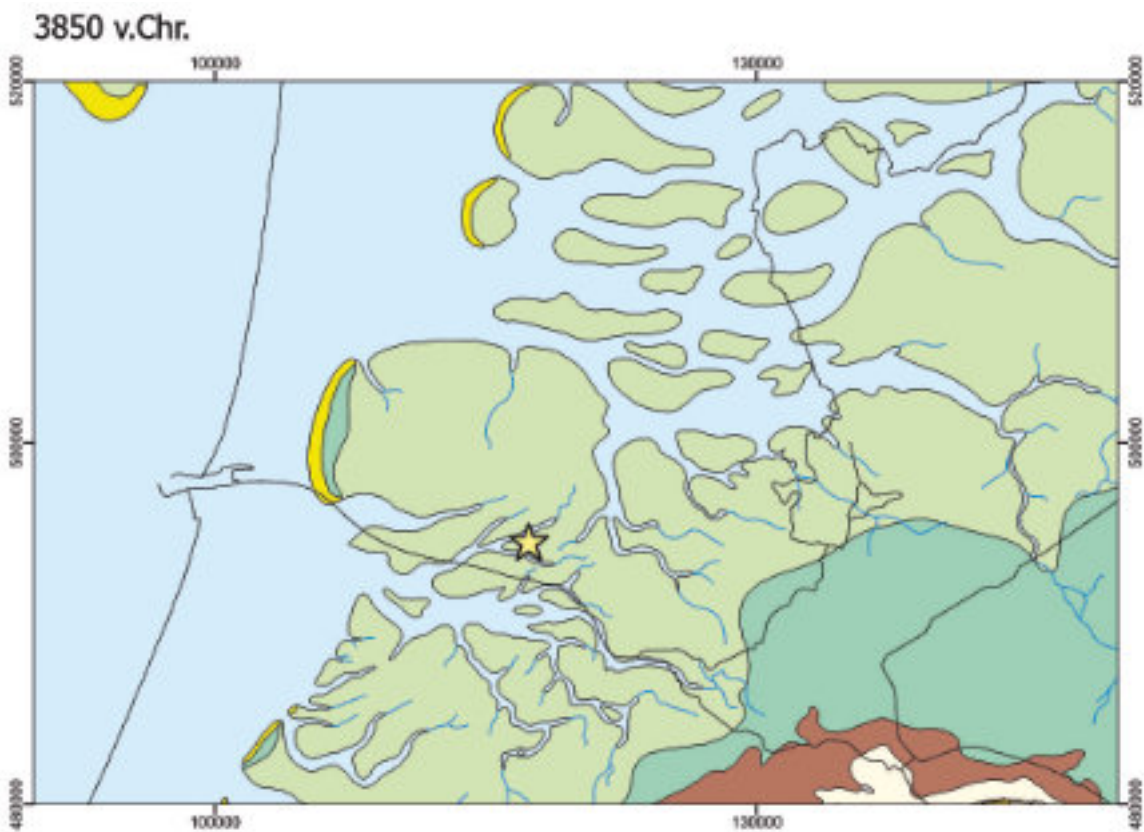
63 Vos et al. in druk; Van Eerden & Vos 2024.

64 Respectievelijk STIBOKA 1953-1954 en Westerhoff et al. 1987.

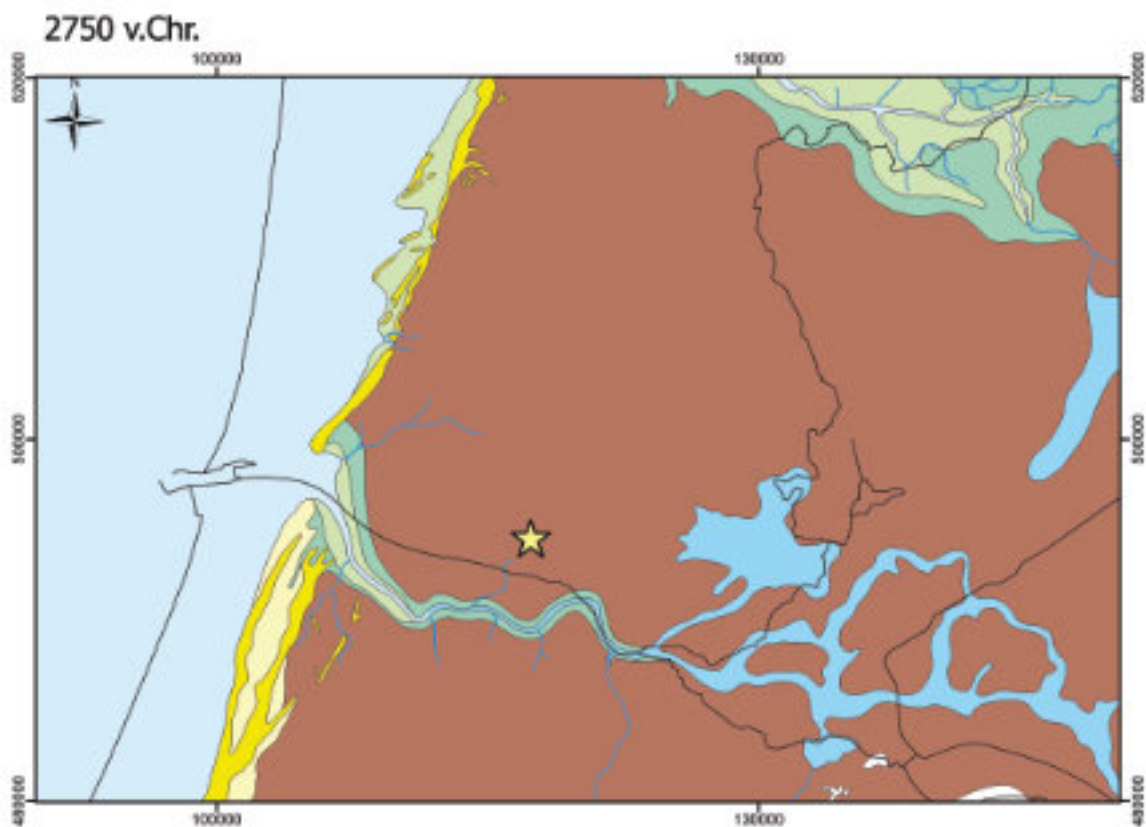
65 De Cock 1955.



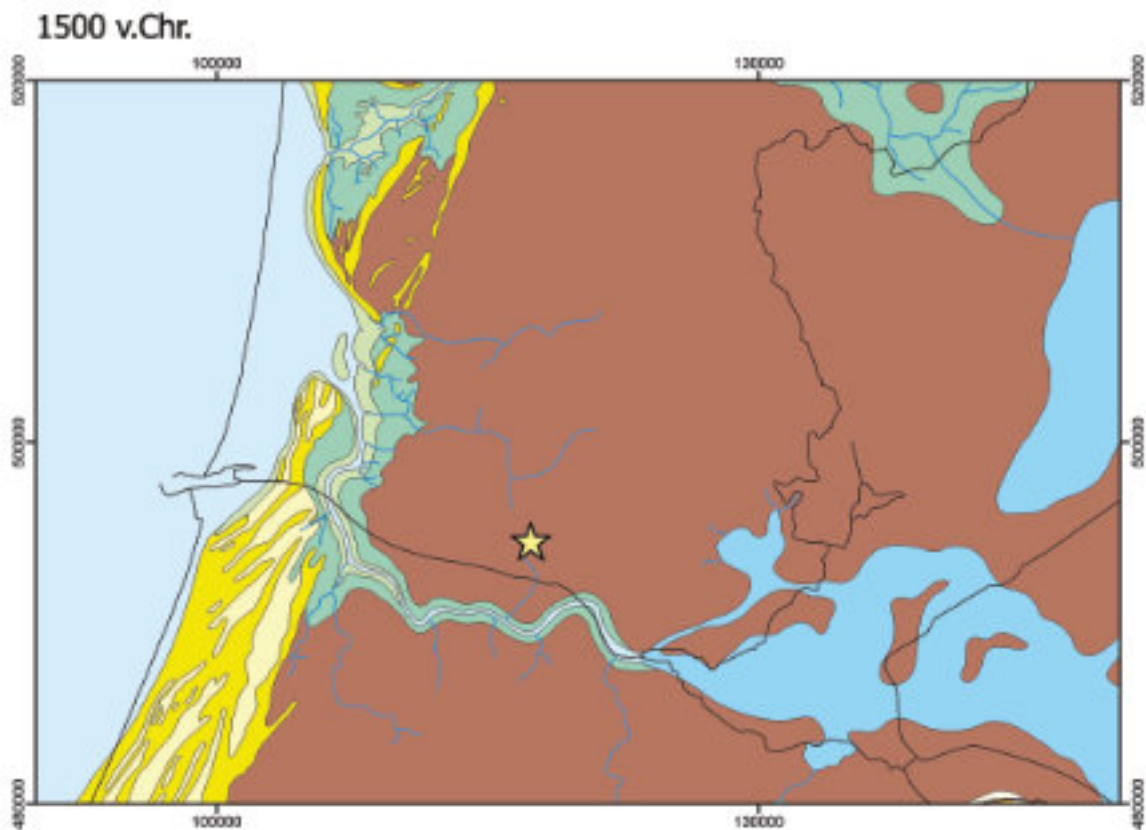
Afb. 11.2 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 5500 v.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



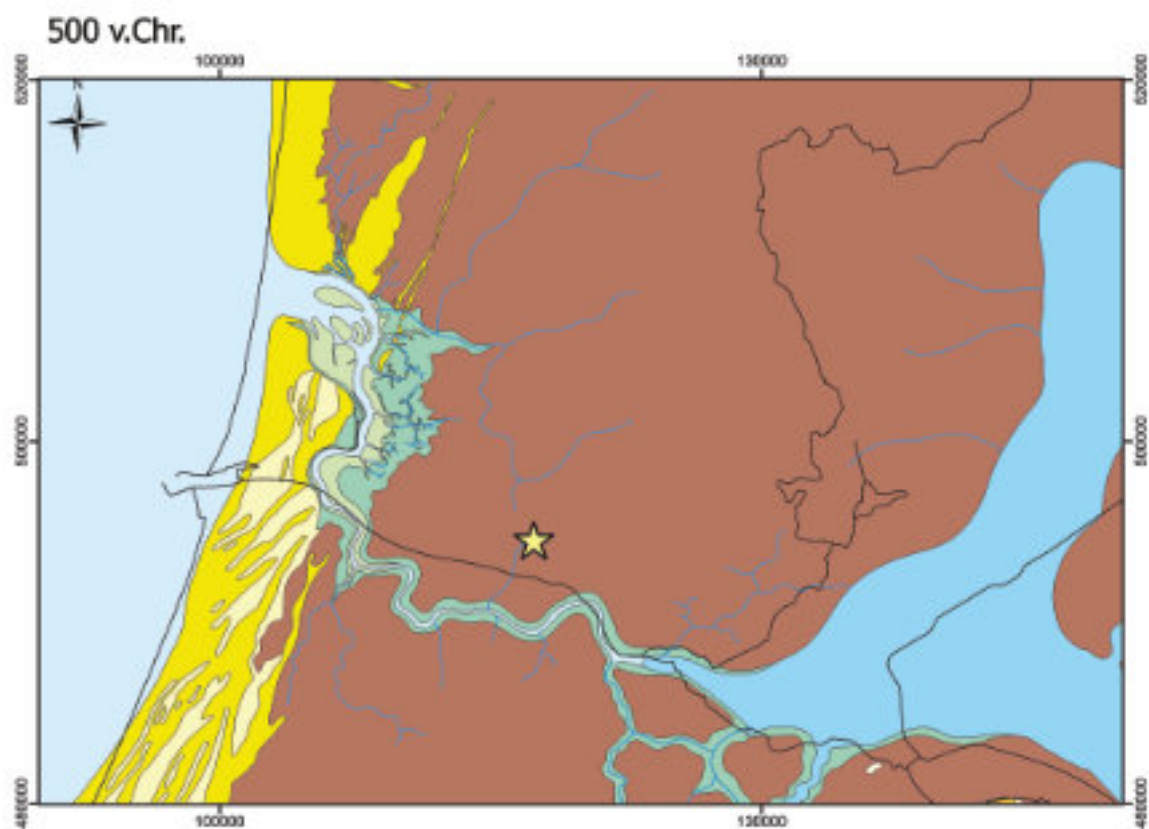
Afb. 11.3 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 3850 v.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



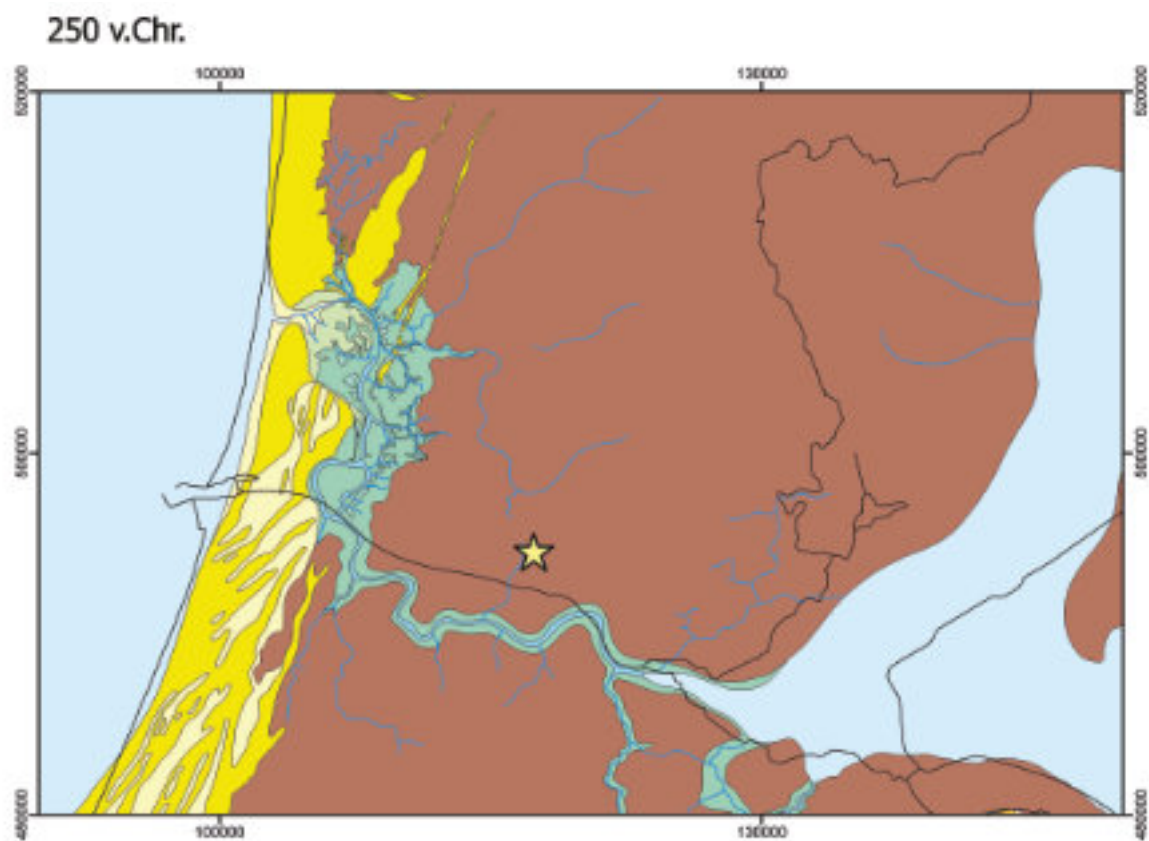
Afb. 11.4 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 2750 v.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



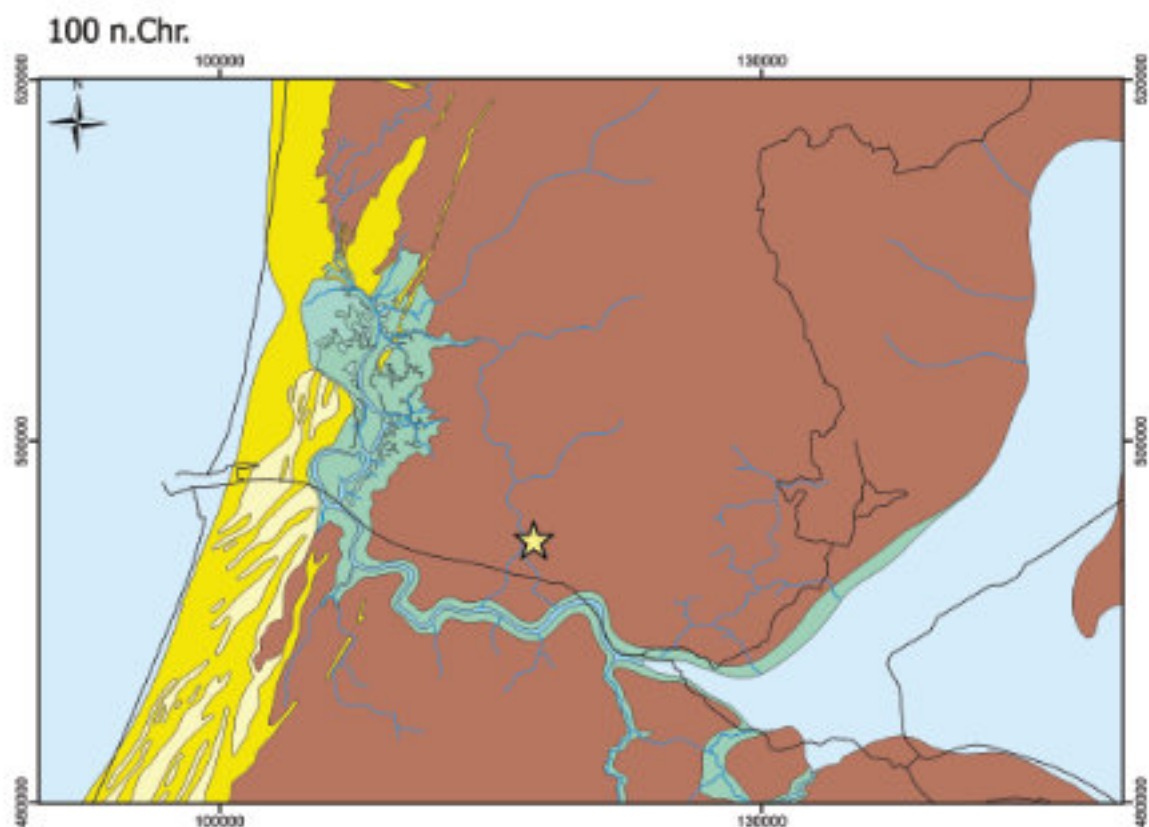
Afb. 11.5 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 1500 v.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



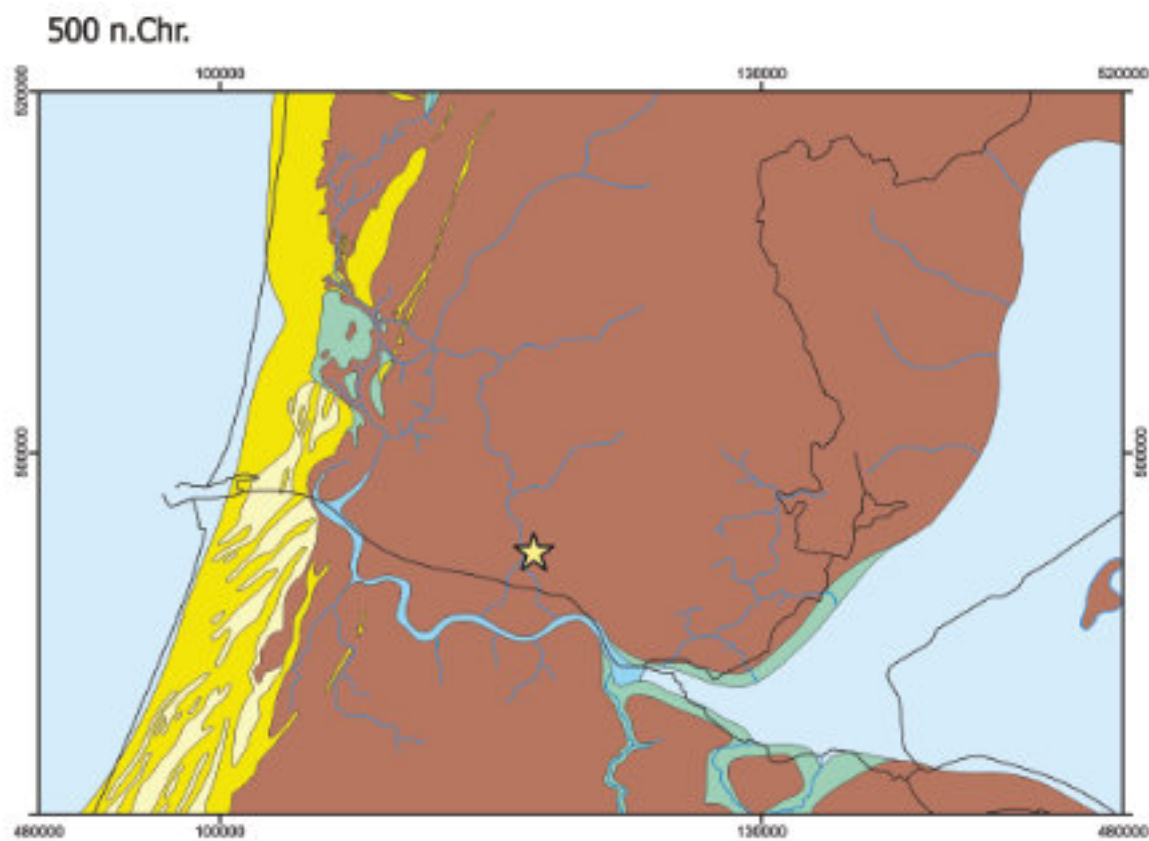
Afb. 11.6 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 500 v.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



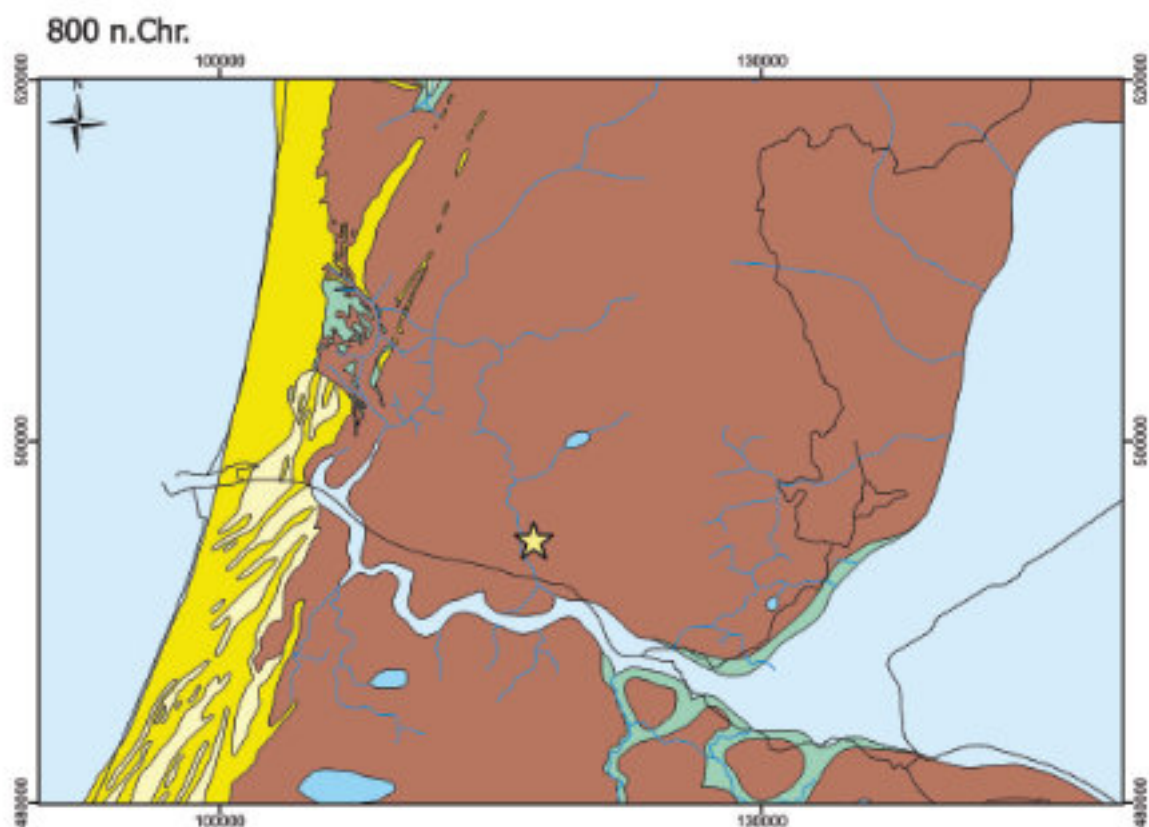
Afb. 11.7 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 250 v.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



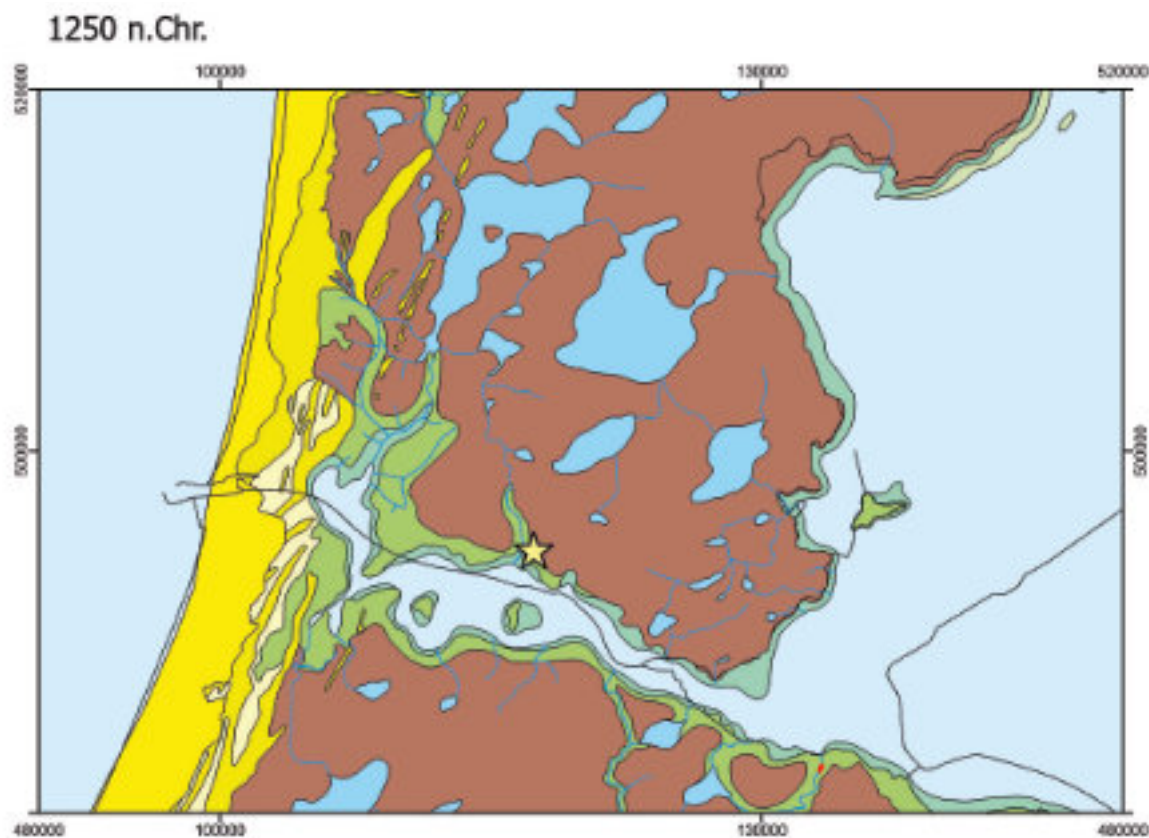
Afb. 11.8 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 100 n.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



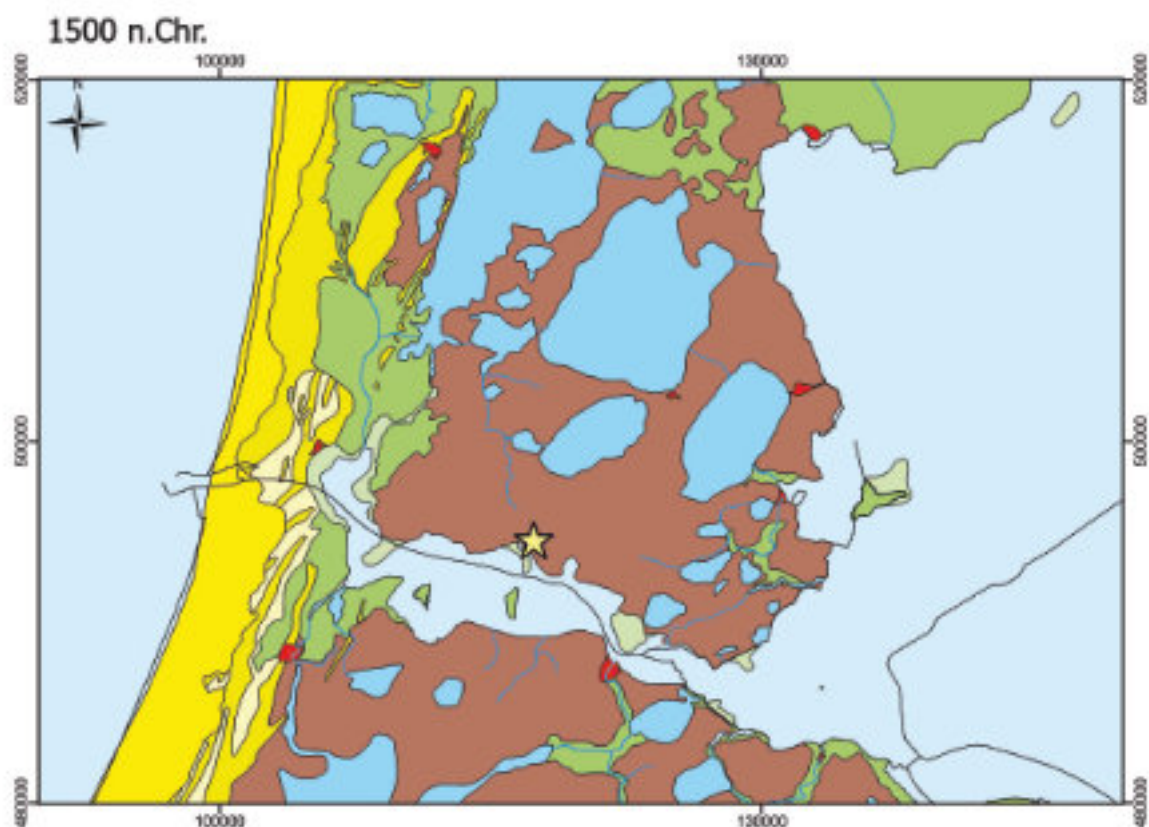
Afb. 11.9 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 500 n.Chr. (bron: Vos et al. in druk).



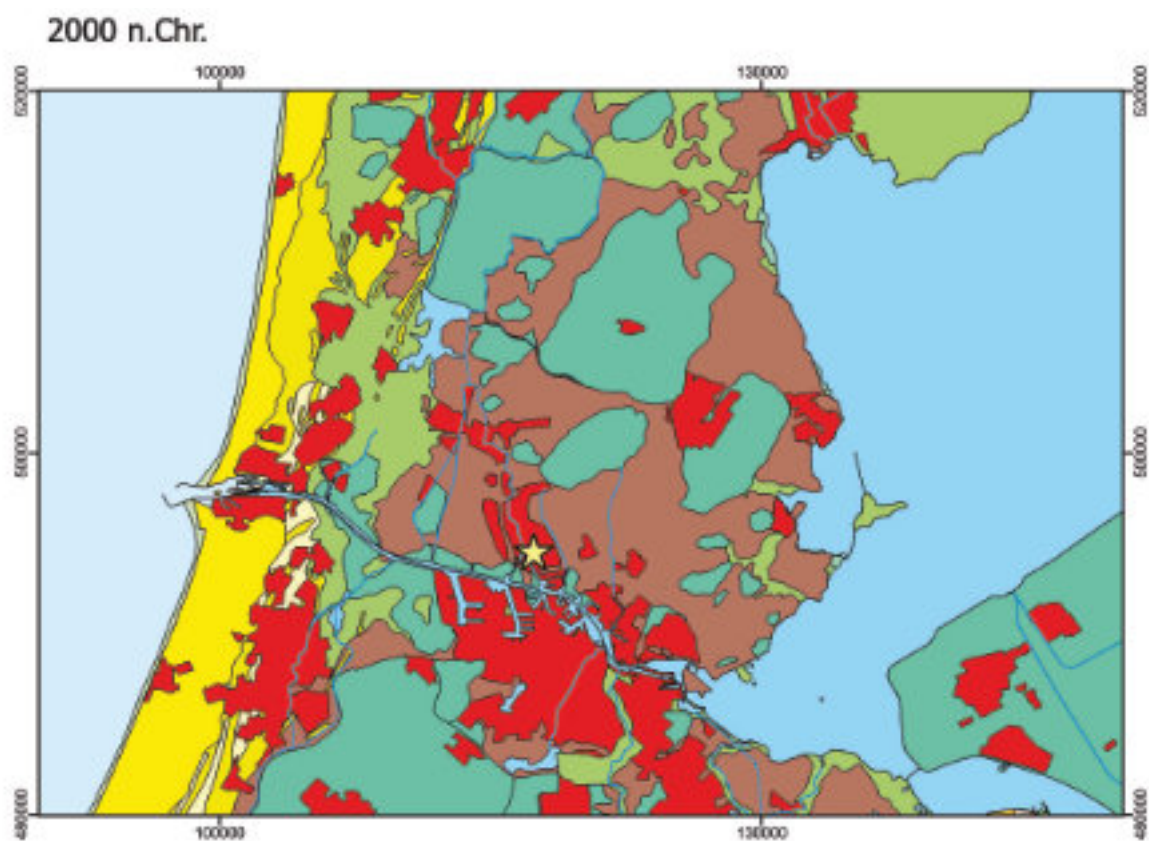
Afb. 11.10 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 800 (bron: Vos et al. in druk).



Afb. 11.11 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 1250 (bron: Vos et al. in druk).



Afb. 11.12 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 1500 (bron: Vos et al. in druk).



Afb. 11.13 Paleogeografische kaart van de Zaanstreek omstreeks 2000 (bron: Vos et al. in druk).

12 | Aanbevelingen voor vervolgonderzoek

De deelonderzoeken naar de geschiedenis van de Zaan die tussen 2020 en 2025 zijn uitgevoerd, hebben nieuwe inzichten opgeleverd over het ontstaan van de veenrivier de Zaan. Binnen deze getrapte studie konden na ieder deelproject weer nieuwe en gerichtere vragen worden gesteld voor vervolgonderzoek. Een nieuw inzicht dat uit het onderzoek naar de geschiedenis van de Zaan naar voren kwam, was dat tussen 2000 en 600 v.Chr. de afwatering van het middelste deel van de Zaan naar het westen liep, richting Assendelft-Noord. Het ging daarbij om een oppervlakkige afwateringsbaan, die incidenteel tijdens grote stormen vanuit het Oer-IJ overstroomde. De Noordelijke en Zuidelijke Zaan ontwikkelden zich na ca. 650-600 v.Chr.; deze Zaanlopen kwamen aan het einde van de Late IJzertijd of het begin van de Romeinse tijd met elkaar in verbinding.

Wanneer het ontstaan van de veenrivier de Zaan binnen de regionale context van het veen in de Zaanstreek wordt bekeken, komen er – mede naar aanleiding van dit onderzoek – nieuwe paleolandschappelijke vragen naar voren die aanvullend onderzoek vereisen. Daarbij gaat het met name over de ouderdom van de hoogveenkoepels en de rietveenvorming in de afwateringsbanen. Wanneer wordt besloten om de regionale landschapsontwikkeling van het veengebied in de Zaanstreek in kaart te brengen (en dus om hoogveenkoepels en afwateringsbanen in de tijd te plaatsen) is aanvullend onderzoek nodig. Kort samengevat zijn daarbij de kernvragen:

- ♦ Bevindt zich nog oligotroof veen onder de rietveenzone tussen Assendelft-Noord en de Zaan bij Wormerveer, die op de bodemkaart uit 1953-1954 is gekarteerd (afbl. 9.10)?⁶⁶
- ♦ Zijn er binnen deze rietveenzone nog kleine veenrivierafzettingen aanwezig?
- ♦ Hoe oud is het rietveen op de top van de hoogveenkoepel van Westzaan?
- ♦ Is de oligotrofe veenontwikkeling op de hoogveenkoepel van Oostzaan langer doorgedaan dan die in Westzaan?
- ♦ De ontwikkeling van de Zuidelijke Zaan kan beter onderbouwd worden. Langs de Zaan ten noorden van de Wilhelminasluis zijn nog weinig dateringsgegevens van de oeverafzettingen beschikbaar.

Om deze vragen te kunnen beantwoorden is aanvullend veldwerk en dateringsonderzoek nodig. Dit kan plaatsvinden conform de werkwijze die ook in deze studie is gevolgd.

66 STIBOKA 1953-1954.

Bronnen en literatuur

Internet

DINOloket. Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond, <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>

Literatuur

Besteman, J. C., 1990: North Holland AD 400-1200. Turning tide or tide turned? In: J.C. Besteman, J. M. Bos & H. A. Heidinga (red.), *Medieval archaeology in the Netherlands*. Assen, 94.

Bont, C. de & P. Kleij, 2012: Tussen Oer-IJ en Bamestra, Het Zaanse veenmoeras en zijn eerste bewoners vanaf de prehistorie tot ca. 900 n. Chr. In: E. Beukers & C. van Sijl, *Geschiedenis van de Zaanstreek*. Deventer.

Bunnik, F. & P. Vos, 2022: Rapportage tijdwaarderendepollenscan Oostzijderkerk. Intern TNO-rapport in werkpakket 32 van het project 060.48479.

Cock, J.K. de, 1955: Bijdrage tot de Historische Geografie van Kennemerland in de Middeleeuwen op Fysisch-Geografische Grondslag. Arnhem.

Cvetkoska, A., 2023: Resultaten analyse bodemonsters Oostzijderkerk Zaandam. Culemborg (Bureau Waardenburg rapport, kenmerk 23-129b/GeuVe).

Cvetkoska, A., 2024: Resultaten waardering bodemonsters Zaan. Culemborg (Bureau Waardenburg rapport, kenmerk 24-472).

Cvetkoska, A., 2025: Resultaten analyse bodemonsters Zaan. Culemborg (Bureau Waardenburg rapport, kenmerk 25-104).

Dautzenberg, S., P. Floore & B. Kist, 2001: Zaanse Scheepsbouw. Opgravingen aan de Hogendijk te Zaandam. Zaandijk (Hollandia reeks 4).

Eerden, R. van & P. Vos, 2024: 'Een verrassend leefbaar land aan de rand van wateren' in J. Nicolay & R. van Eerden (red.), *Noord-Holland in het 1st millennium*, deel 1. Castricum, 50-95.

Floore, P.M., R. Floore & K.T. Salomons, 2013: Inventariserend veldonderzoek middels boringen (IVO-O) Wilhelminasluis, Zaandam, gemeente Zaanstad. Zaandam (Hollandia reeks 474).

Klok, B. & K.M. Schalkers, 1980: De veranderingen in de Waddenzee ten gevolge van de afsluiting van de Zuiderzee. Den Haag (Rijkswaterstaat, rapport WWKZ-78.H238).

Kloosterman, J.C. & L.J. Pons, 1953-1954: Provincie Noord-Holland (Zuidelijk Deel). Bodemkundige verkenningsskaart, schaal 1:50.000. Wageningen (Stichting voor Bodemkartering).

Mulder, E.F.J. de & J.H.A. Bosch, 1982: Holocene stratigraphy, radiocarbon datings and paleogeography of central and northern Noord-Holland (the Netherlands), *Mededelingen Rijks Geologische Dienst* 36 (3), 135-148.

Pons L. J. & M.F. Van Oosten, 1974: De Bodem van Noord Holland. Toelichting bij blad 5 van de bodemkaart van Nederland, schaal 1:200.000. Wageningen.

STIBOKA 1953-1954, Bodemkundige Verkenningsskaart van de Provincie Noord-Holland (zuidelijk deel). Stichting voor Bodemkartering, Wageningen. Opname: Kloosterhuis & Pons.

Topografisch Militaire Kaart (TMK), 1836-1856: Bureau van de Militaire Verkenningen, scans (2007) door het Centrum Geo-Informatie van Alterra, online beschikbaar in de Atlas Leefomgeving en het Nationaal Georegister (NGR).

Veerkamp, J. 2001: Afrikahaven, een mammoet in Amsterdam. Archeologische begeleiding ontgraving Afrikahaven. Amsterdam (Archeologische Rapporten Serie Amsterdam ARSA 01-02 1-21).

Verweij, G.L., 2023: Resultaten Waardering Bodemonsters Oostzijderkerk Zaandam. Culemborg (Bureau Waardenburg rapport, kenmerk 23-129/GeuVe).

Vos, P.C. & H. de Wolf, 1993: Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects, *Hydrobiologica* 269/270, 285-296.

Vos, P.C., 1998: 10 profiel reconstructies door de Zaanstreek tussen Groenedijken Twiske (1000 v. Chr.-heden) t.b.v. de tentoonstelling 'De Dubbele Bodem' van het Zaanse Museum. Aanvullende geologische informatie. TNO-rapport NITG 98-136-B.

Vos, P.C., 2015: Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series. Groningen.

Vos, P.C., J. de Koning & R. van Eerden, 2015: Landscape history of the Oer-IJ tidal system, Noord-Holland (the Netherlands). *Netherlands Journal of Geosciences* 94(4), 295-332.

Vos, P.C., M.J. van der Meulen, H.J.T. Weerts & J. Bazelmans (red.), in druk: Atlas van Nederland in het Holoceen. Landschapen bewoning vanaf de laatste ijstijd tot nu. Derde herziene druk. Prometheus, Amsterdam.

Waajen-Labbe, I., 2025: Paleoecology Zaan. Pollen tijdsindicatie van 11 boringen. TNO-rapport 2025 R11810.

Westerhoff, W.E., E.F.J. de Mulder & W. de Gans, 1987: Toelichtingen bij de Geologische Kaart van Nederland 1:50.000, bladen 19 W en 19 O: Alkmaar West en Alkmaar Oost. Haarlem (Rijks Geologische Dienst).

Fotobijlage

Inhoud

Onderzoek Wilhelminasluis (WS)	120
Onderzoek Oostzijderkerk (OK)	141
Onderzoek Oude Scheepswerven Zaandam (OSW)	148
Onderzoek Starnmeer (SM) en Engewormer (EW)	152
Boringen langs de Zaan (ZB) en laboratoriumbemonstering	156

Onderzoek Wilhelminasluis (WS)



Foto WS-01 Uitvoering van sonicdrill boring B25B3O34 (WSBo7) in december 2020.



Foto WS-02 Inpakken van de boorkern van boring B25B3O34 (WSBo7) door Pieter Floore.



Foto WS-03 Inpakken van de boorkern van boring B25B3034 (WSBo7).



Foto WS-04 Werkcontainer in Zaandijk met op de grond de te beschrijven boorkernen (maart 2021).



Foto WS-05 Bestudering van de boorkernen van de sonic drill boringen door Peter Vos op de thuisbasis van Hollandia Archeologen, Zaandijk.



Foto WS-06 De boorinstallatie van SialTech Europe, waarmee in het najaar van 2020 de sonicdrill boringen aan de oostzijde van de Dam in Zaandam werden uitgevoerd.



Foto WS-07 Een indruk van de grote hoeveelheid en diversiteit aan archeologisch materiaal in de uitgebaggerde grond. Het krat bevat apartgehouden kwetsbare en bijzondere vondsten.



Foto WS-08 De baggerwerkzaamheden voorjaar 2020. Per sector werd tot een vooraf bepaalde diepte gebaggerd, waarna de vrijgekomen grond naar de zeeflocatie werd vervoerd.



Foto WS-09 De aangevoerde grond werd gezeefd waardoor ook kleiner archeologisch materiaal kon worden verzameld. De relatie met de herkomst van de uitgebaggerde grond bleef zo veel mogelijk behouden.



Foto WS-10 Boring B25B3030 (WSBo3). Kern 1,5-3 m –MV. Zand, donker bruinzwart, puinresten; opbrengst 35 cm, met organisch materiaal, baksteen en grind; basis lichtbruin zand (voor de boorbeschrijving, zie: <https://www.dinoloket.nl/ondergrondgegevens>).



Foto WS-11 Boring B25B3030 (WSBo3). Kern 3-3,5 m –MV. Veenbrokken (meso-oligotroof en compact) en detritus, donkerbruin. 3,20-3,21: rietmat, platte, gestapelde rietstengels.



Foto WS-12 Boring B25B3030 (WSBo3). Kern 3,5-4m –MV. Veendetritus, kleiig, donkerbruin. Op 3,51 m: zandlaagje; op 3,52 m: scherf met glazuur; vanaf 3,70 m veenbrok met riet (bruin); vanaf 3,80 m veenbrok, oligotroof (donkerbruin).



Fot o WS-13 Boring B25B3030 (WSBo3). Kern 4-4,5 m –MV. Zand, donkergrijs, uiterst fijn, smerig en gele baksteen; vanaf 4,15 m: veendetritus, kleiig, donkerbruin en houtresten; op 4,46 m: rietstengels.



Fot o WS-14 Boring B25B3030 (WSBo3). Kern 4,5-5 m –MV. Verslagen veen, zwak kleiig, donkerbruin, houtresten en paaltje, loodrecht in het veen geslagen. Op 4,77-4,90 m verslagen veen, donker-zwartbruin, lijkt oligotroof.



Fot o WS-15 Boring B25B3030 (WSBo3). Kern 5-5,5 m –MV. Veendetritus (Zaanaafzetting), kleiig, zandig, donker-bruingrijs, spoor baksteen en smerig. Vanaf 5,15 m: veen (Hollandveen), donker bruinzwart, top geoxideerd; 5,18 m: veen, donkerbruin, rietwortels, takjes, berk (mesotroof?); vanaf 5,35 m: veen, donker- en roodbruin, oligotroof, heide.



Foto WS-16 Boring B25B3030 (WSB03). Kern 5,5-6 m –MV. Veen (Hollandveen), donkerbruin, oligotroof, beetje roodbruin in de kern, heide.



Foto WS-17 Boring B25B3030 (WSB03). Kern 6-7 m –MV. Vanaf 6,40 m: rietveen (Hollandveen), donkerbruin, matig amorf, stevig, vrij compact. Vanaf 6,50 m: klei (Wormerafzettingen), matig humeus, licht grijsbruin, rietwortels, matig stevig, vanaf 6,55 m: klei, matig humeus, licht grijsbruin, rietwortels, matig stevig, vanaf 6,88 m: zandig, licht groengrijs, spoor rietwortels, homogeen.



Foto WS-18 Boring B25B3030 (WSB03). Kern 6-6,5 m –MV. Veen (Hollandveen), donkerbruin en beetje roodbruin, oligotroof, heide.

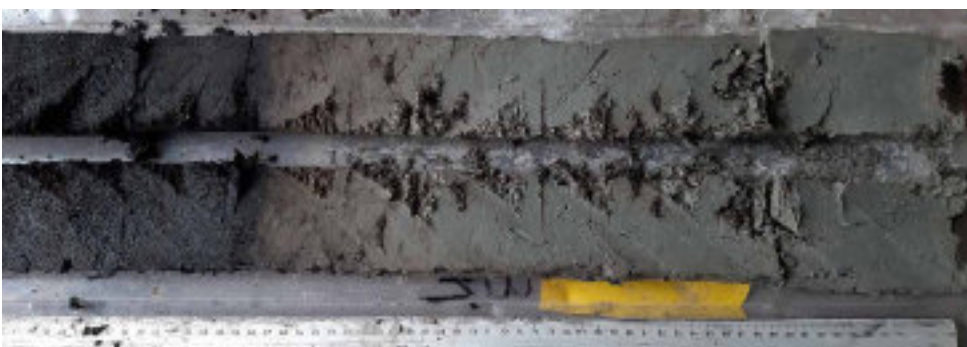


Foto WS-19 Boring B25B3030 (WSB03). Kern 6,5-7 m –MV. Zie de beschrijving bij foto WS-13.



Foto WS-20 Boring B25B3030 (WSB03). Kern 7-8 m –MV. Zand (Wormerafzettingen), grijs, kleiig, uiterst fijn, spoor rietwortels en homogeen; vanaf 7,75 m: klei, zandig, grijs, weinig Scrobicularia plana doubletten, wadafzettingen.



Foto WS-21 Boring B25B3030 (WSB03). Kern 7,5-8 m –MV. Zie de beschrijving bij foto WS-15.



Foto WS-22 Boring B25B3029 (WSB02). Kern 8-9m –MV. Zand (Wormerafzettingen), kleiig, grijs, Cerastodermadoubletten, weinig Scrobiculariadoubletten, onduidelijk gelaagd, wadafzettingen.



Foto WS-23 Boring B25B3029 (WSB02). Kern 8-8,5m –MV. Detailopname van het bovenste deel van foto WS-17. Zand (Wormerafzettingen), kleiig, grijs, hoofdzakelijk Cerastodermadoubletten en weinig Scrobiculariadoubletten.



Foto WS-24 Boring B25B3029 (WSBo2). Kern 8,5-9 m –MV. Zie de beschrijving bij foto WS-18; vanaf 8,90 m: schelpen lag-deposit, hoofdzakelijk *Cersatoderma edule*.



Foto WS-25 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 3-3,5 m –MV.



Foto WS-26 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 3,5-4 m –MV.



Foto WS-27 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 4-4,5 m –MV. Klei, zwak humeus, licht bruingrijs, spoor plantenresten, vanaf 4,10 m: veendetritus, kleiig, donker grijsbruin, vanaf 4,20 m: klei, donker bruingrijs, weinig rietresten, veel detritus, smerig.



Foto WS-28 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 4,5-5 m –MV. Klei, donker bruingrijs, weinig rietresten, veel detritus, smerig vanaf 4,80 m: veendetritus, kleiig, donker grijsbruin, kleiig; vanaf 4,90: Klei, donker bruingrijs, weinig rietresten, veel detritus, smerig.



Foto WS-29 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 5-5,5 m –MV. licht bruingrijs, zand: matig fijn, spoor schelpgruis, basis baksteen, kiezels en puin.



Foto WS-30 Boring B25B3033 (B6). Kern 5,5-6 m –MV. Klei, sterk humeus, licht bruingrijs, rietresten, veel detritus, vanaf 5,75 m: veenbrok, donkerbruin, rietveen, stevig en compact, basis kleibrokken.



Foto WS-31 Boring B25B3033 (B6). Kern 6-6,5 m –MV. Klei, sterk humeus, donker bruingrijs, rietresten, detritus, met brokkenveen, gyttja-achtig.



Foto WS-32 B3033 (B6). Kern 6,5-7 m –MV. Klei, sterk humeus, donker bruingrijs, rietresten, detritus, met brokkenveen, gyttja-achtig, vanaf 6,85 m: zand, donkerbruin, spoor baksteen, veendetritus en losse structuur.



Foto WS-33 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 7-7,5 m –MV. Zand, uiterst fijn, zwak humeus, gelaagd met detritus, spoor schelpgruis, spoor baksteen.



Foto WS-34 Boring B25B3033 (B6). Kern 7,5-8 m –MV. Zand, uiterst fijn, zwak humeus, gelaagd met detritus, spoor schelpgruis, spoor baksteen; op 7,65 m: plat stuk leisteen, vanaf 7,85 m: brok veen, veel wortels.

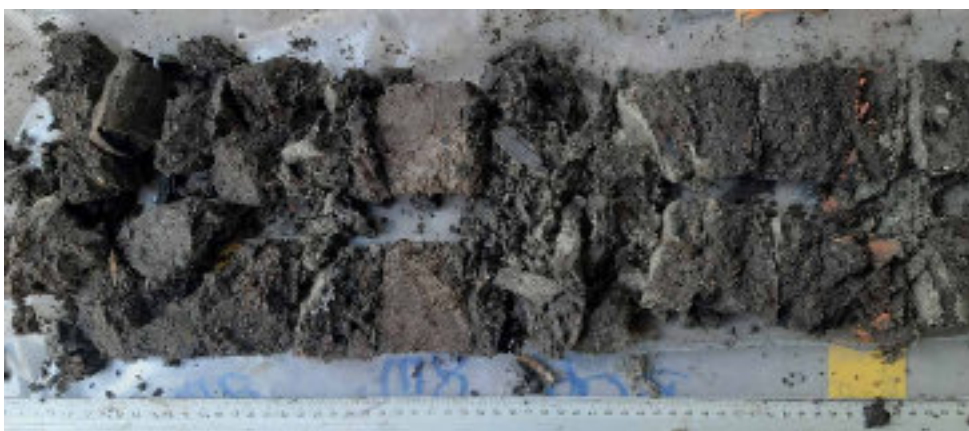


Foto WS-35 Boring B25B3033 (B6). Kern 8-8,5 m –MV. Veendetritus, kleiig, donkerbruin, weinig houtresten, spoor zoetwater- en landschelpen, slakje van Bythinia, spoor baksteen op 8,22, 8,44 en 8,60 m; stukje baksteen op 8,58.



Foto WS-36 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 8,5-9 m –MV. Klei, sterk humeus, donkergrijs, stevig, rietresten, weinig zoetwater- en landschelpen, spoor botresten, veel detritus, smerig, zoetwaterslakjes en stukje bot op 8,90 m.



Foto WS-37 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 9-9,5 m –MV. Klei, donker bruingrijs, rietresten, veel detritus, spoor zoetwater en landschelpen.



Foto WS-38 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 9,5-10 m –MV. Klei, donker bruingrijs, enkele zwarte vlekken, rietresten, veel detritus, spoor zoetwater en landschelpen, stukje zwanenmossel.



Foto WS-39 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 10-10,5 m –MV. Klei, donker bruingrijs, rietresten, spoor zoetwater en landschelpen, veel detritus, vanaf 10,10 m: donker bruingrijs, veel detritus, rietresten, spoor zoetwaterschelpen, Bythinia slakjes, vanaf 10,18 m: klei, bruingrijs, sterk humeus, zwarte sulfaatvlekken, veel detritus; zandlaagjes op 10,26 en 10,35 en 10,42 m.



Foto WS-40 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 10,5-11 m –MV. Zand, grijs, uiterst fijn; vanaf 10,73 m: klei, sterk humeus, bruingrijs, veel detritus; zandlaagje op 10,88 m.



Foto WS-41 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 11-11,5 m –MV. Zand, matig fijn, 1 kokkel, mogelijk naval; vanaf 11,20 m: klei, sterk humeus, donkergrijs, spoor zoetwater- en landschelpen, baksteen, zwarte vlekken, platte verslagen plantenresten, enkele zoetwaterslakjes.



Foto WS-42 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 11,5-12 m –MV. Klei (Zaanaafzettingen), sterk humeus, donkergrijs, spoor zoetwater- en landschelpen, baksteen, zwarte vlekken, platte verslagen plantenresten; vanaf 11,70 m: klei, sterk humeus, donker grijsbruin, spoor detritus, compact, platig, geen wortels; vanaf 11,98 m: klei, grijs, zandig (Zaanaafzettingen), Cerastodermaedule.



Foto WS-43 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 12-12,5 m –MV. Schelpen lag-deposit (Zaanaafzettingen), veel Cerastodermasp., enkele dubbelkleppige schelpen, brok verslagen oligotroof veen; vanaf 12,33 m: zand (Wormer-ophoogafzettingen), zeer fijn, grijs, spoor schelpresten, homogeen.



Foto WS-44 Boring B25B3033 (WSBo6). Kern 12,5-13 m –MV. Zand (Wormerafzettingen), zeer fijn, grijs, spoor schelpresten, homogeen.



Foto WS-45 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 3-5 m –MV. Zand (ophoogzand), uiterst fijn, kleiig, grijs, weinig Cerastodermadoubletten, spoor Mytilus doubletten, spoor Scrobiculariadoubletten, puinresten (baksteen, sintel en aardewerk), opgebracht Wormerzeezand; kern is versleurd, opbrengst is 80 cm.



Foto WS-46 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 5-5,5 m –MV. Zand (ophoogzand), kleiig, uiterst fijn, grijs, iets humeus, spoor detritus, met kleibandjes, zwak ontwikkeld; vanaf 5,30 m: zand, kleiig, uiterst fijn, grijs, weinig Cerastodermaedule, weinig Scrobicularia plana, schelpen enkelkleppig homogeen.



Foto WS-47 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 5,5-6 m –MV. Zand (ophoogzand), uiterst fijn, zwak kleiig, grijs, homogeen; vanaf 5,80 m: zand, matig fijn, bruingrijs, ijzeroxide, spoor schelpgruis, baksteen en sintel.



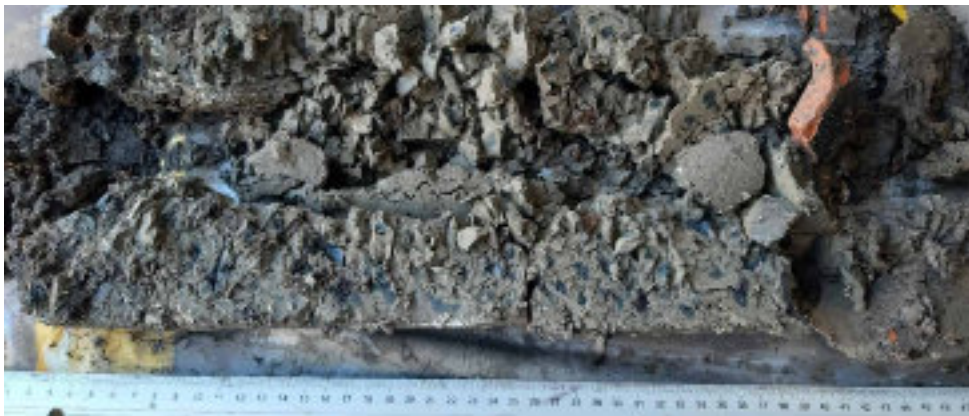
Foto WS-48 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 6-7 m –MV. Zand (ophoogzand), zwak kleiig, grijs, spoor Cerastoderma edule en enkele Hydrobia ulvae.



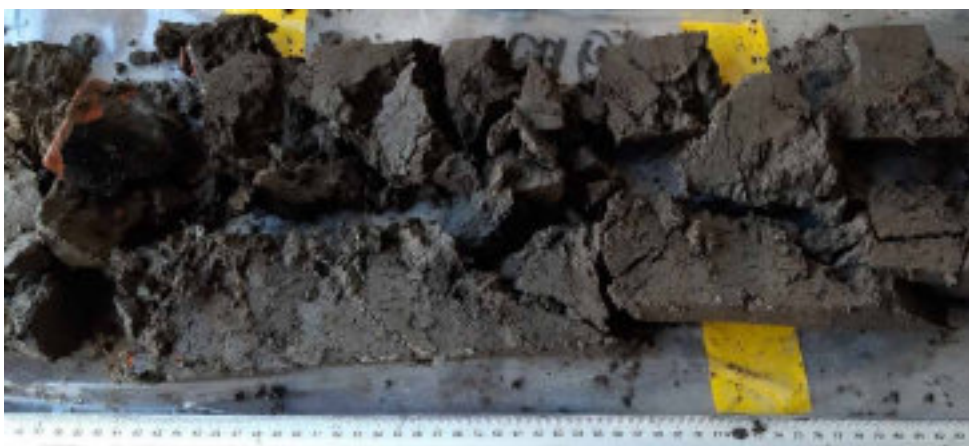
Foto WS-49 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 7-7,5 m –MV. Zand (ophoogzand), uiterst fijn, grijs, zwak humeus; kern is versleurd met brokjes klei.



Foto WS-50 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 7,5-8 m –MV. Puin, korrelig materiaal van slakken en sintels, wat kleiig, grijszwart.



Fot o WS-51 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 8-8,5 m –MV. Klei, groengrijs, vlekkelig, zwarte fosfaatvlekken, spoor schelpgruis, spoor *Cerastoderma edule*, spoor *Scrobicularia plana* en aan de basis geglaazuurde dakpan.



Fot o WS-52 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 8,5-9 m –MV. Klei, sterk humeus, donker bruingrijs, amorf/gyttja-achtig, vrij homogeen materiaal, spoor baksteen; vanaf 8,75 m: gyttja, donker bruingrijs, amorf, kleilig veenmateriaal, wat vezelig door plantenresten.



Fot o WS-53 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 9,5-10 m –MV. Klei, sterk humeus, donker bruingrijs, amorf/gyttja-achtig materiaal, met wortelresten.

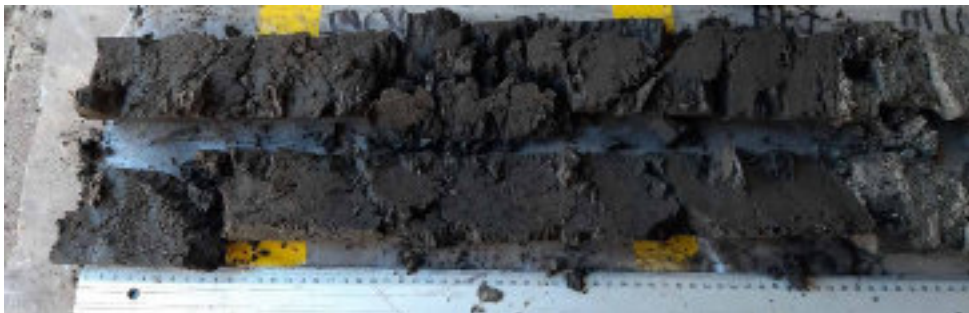


Foto WS-54 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 10-10,5 m –MV. Klei, sterk humeus, donker bruin-grijs, amorf/gyttja-achtig, met fijne plantenresten, vrij egaal/homogeen; vanaf 10,20 m: gyttja, donkerbruin, vrij compact, platig en homogeen, enkele plantenresten.

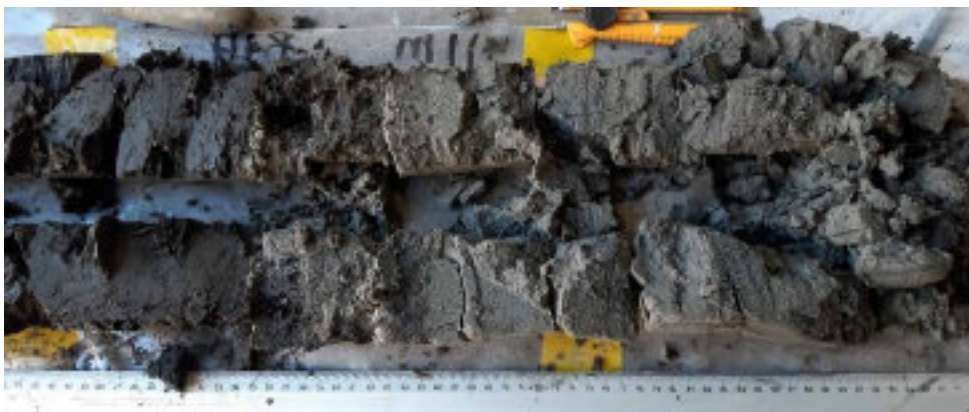


Foto WS-55 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 10,5-11 m –MV. Gyttja, donkerbruin, vrij compact, platig gelaagd en homogeen, enkele plantenresten, vanaf 10,55: zand, donkergrijs, uiterst fijn, schelpgruis, gelaagd op humeusiteit, omgewerkt Wormer zand; vanaf 10,60 m: zand, grijs, uiterst fijn.



Foto WS-56 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 11-11,5 m –MV. Zand, lichtgrijs, uiterst fijn, zwak humeus, schelpgruis, vrij homogeen, verspoeld Wormerzand.



Foto WS-57 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 11,5-12 m –MV. Zand, grijs, matig fijn, met schelpen lag-deposit: veel *Cerastoderma* edule en ook *Macoma baltica*, *Scrobicularia plana* en alikruikje; veelal enkelkleppig; geen archeologie.



Foto WS-58 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 12-12,5 m –MV. Afwisseling van veendetritus, sterk zandig, grijsbruin, schelpgruis, fijne veendetritus, matrix is sterk humeus/amorf, platig afgezet en zand, grijs, uiterst fijn, gelaagd met spoor schelpgruis, en detritus en schelpen lag-deposit met veel *Cerastoderma edule*.



Foto WS-59 Boring B25B3039 (WSB14). Kern 12,5-13 m –MV. Zand en schelpen, matig fijn, veel *Cerastoderma edule*, enkelkleppige schelpen.



Foto WS-60 Boring B25B3034 (WSB07). Kern 8,42-9,0 m –MV. Veendetritus, donkerbruin, veel rietresten, spoor vivianiet, amorf, compact, veel platte rietstengels; vanaf 8,52 m: klei, bruin-grijs, veel rietresten, veenbrokje, onder 8,8 m brokkelig, rietmat van 1 cm dik op 8,8 m.



Foto WS-61 Boring B25B3042 (WSB17). Kern 4,40-4,91 m –MV. Veenbrok, zwak kleiig, donkerbruin, amorf, Opm.: op 4,48-4,58 m rietmat; vanaf 4,58 m: zand, grijs, matig fijn, aardewerkfragment, geglaazuurd aardewerk, deel baardmankruik.

Onderzoek Oostzijderkerk (OK)



Foto OK-01 Ingang van de Oostzijderkerk aan de Zuidijk.



Foto OK-02 Sonicdrill machine van Ground Research uit Wormerveer bij de ingang van de Oostzijderkerk.



Foto OK-03 De sonicdrill machine wordt de kerkingereden op beschermplaten om beschadiging te voorkomen.



Foto OK-04 Afvoerslang voor de diesellucht van de boormachine.



Foto OK-05 Ophoogzand onder de kerk uit het voorgeboorde gat met de Edelman boor.



Foto OK-06 Plaatsen van de boormachineboven het boorgat.



Foto OK-07 Sonicdrill boring in uitvoering. Op de voorgrond de gestoken kernen.



Foto OK-08 Het opensnijden van de boorkernen uit de Oostzijderkerk in de beschrijfruimte voor sediment van de Geologische Dienst Nederland (GDN-TNO) in Utrecht.



Foto OK-09 De boorkernen worden met een staal draadje gehalveerd en vervolgens geopend.



Foto OK-10 De opengesneden kernen van de boringen bij de Oostzijderkerk in de beschrijfruimte van GDN-TNO.



Foto OK-11 Opname van de boorkernen van de Oostzijderkerk B25B3o46 (OKo2) en B25B3o49 (OKo2a).



Foto OK-12 Detailopname van de plaggenophogingslaag onder de kerk (laag OL, af . 6.5) uit boring B25B3051 (KBo2), bestaande uit gelaagde humeuze klei en venige brokken (plaggen).



Foto OK-13 Detailopname van de plaggenophogingslaag onder de kerk (laag OL, af . 6.5) uit boring B25B3050 (KBo5), bestaande uit een afwisseling van humeuze en sterk humeuze klei en donker bruingrijze tot donkerbruine veenbrokken.

Onderzoek Oude Scheepswerven Zaandam (OSW)



Foto OSW-01 De Zaan bij boorlocatie Bz6B3o54 (veldnummer SWo3).



Foto OSW-02 Boorlocatie Bz6B3o54 (SWo3) in het grasveld (gele pijl) wordt ingemeten met GPS.



Foto OSW-03 Uitvoering van boring B26B3054 (SWo3) door Steven Vermoolen.



Foto OSW-04 Bovengrond van boring B26B3054 (SWo3), uitgeboord met de Edelman boor tot 2,75 m en van 2,75-3,40 m met de guts. Grond boven: zand, geelgrijs, matig fijn, grove korrels en spoor fijn grind, spoor schelpgruis, weinig baksteen, opgebrachte grond; vanaf 1,25 m (grond midden): zand, slecht gesorteerd, kleilig, sterk humeus, donkergrijs, zwartgevekt, schelpgruis, weinig baksteen en sintel; vanaf 2,0 m: zand, kleilig, sterk humeus, donkergrijs tot vuil grijs-zwart en venige brokjes; vanaf 2,60 m: klei, donkergrijs tot donker grijszwart, vuil, venige brokjes, stukjes hout (antropogene scheepswerflaag).



Foto OSW-05 Boring Bz6B3054 (SWo3). Donkergrijszwart, vuile, antropogene, scheepswerflaag; vanaf 2,95 m: klei, zwak humeus, licht bruingrijs, plantenresten, fijn doorworteld; van 3,0 tot 3,10 m: geoxideerde organische laag, donkergrijs; tussen 3,1 en 3,12 m: geelbruin, veel rietresten, platte rietstengels (rietmat?); vanaf 3,12 m: veen, bruin, zwak amorf, top kleiig, fijn doorworteld.



Foto OSW-06 Boring Bz6B3054 (SWo3). Veen, bruin, zwak amorf, fijn doorworteld.



Foto OSW-07 Boring Bz6B3054 (SWo3). Veen, roodbruin, matig amorf, rietdoorworteld van boven, mogelijk oligotroof veen; tussen 4,0 en 4,1 m: stukje hout (verslagen, antropogeen?); vanaf 4,1 m: gyttja (Zaanaafzetting), donkerbruin, met fijne plantenresten, op 4,15 gele wortelbaard.



Foto OSW-08 Boring B26B3054 (SWo3). Gyttja (Zaanaafzetting), donkerbruin, met fijne plantenresten; vanaf 4,7 m: gyttja (Zaanaafzetting), zandig, donkerbruin, gelaagd met zeer fijn zand, grijs, verspoeld Wormerzand; vanaf 5,0 m: zand, zeer fijn, grijs, detritus, gelaagd met detritus, aan de basis erosief.



Foto OSW-09 Boring B26B3054 (SWo3). Zand, zeer fijn, grijs, detritus, gelaagd met detritus, basis erosief, vanaf 5,57 m: veen (Hollandveen), zwart, rietveen (rietveen in zwarte matrix); vanaf 5,63 m: klei (Wormerafzetting), licht bruingrijs, rietdoorworteld, vanaf 5,8 m: klei, blauwgrijs, slap.

Onderzoek Starnmeer (SM) en Engewormer (EW)



Foto SM-01 Boorlocaties in de Starnmeerpolder.



Foto SM-02 Boring B19D2100 (SM06). Klei, bruingrijs, met lichtgrijze zandlaagjes, uiterst fijn zand; vanaf 0,7 m: zand, geelgrijs, zeer fijn, weinig ijzeroxide, gelaagd op humeusiteit.



Foto SM-03 Boring B19D2100 (SMo6), detailopname (zie foto SM-02).

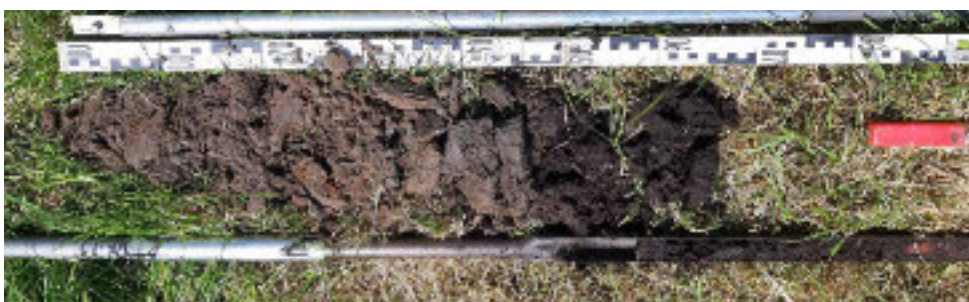


Foto SM-04 Boring B19D2103 (SMo9). Klei (pikklei), bruingrijs, stevig, veel ijzeroxide; vanaf 0,45 m: veen, donker zwartbruin, amorf, geoxideerd veen.



Foto SM-05 Boring B19D2103 (SMo9). Veen, donker zwartbruin, amorf, geoxideerd veen; vanaf 0,65 m: veen, donkerbruin, riet-zeggeveen met galigaan; vanaf 1,0 m: veen, donkerbruin, rietveen, redelijk ontwikkeld.



Foto SM-06 Boring B19D2103 (SMo9). Veen, roodbruin, zwak amorf, heide-, veenmos- en wollegrasveen; vanaf 2,4 m: veen (basis Hollandveen), donkerbruin, rietveen, redelijk ontwikkeld; vanaf 2,62 m: klei (Wormerafzetting), licht bruingrijs, matig slap, licht rietdoorworteld.



Foto SM-07 Boring B19D2103 (SM09). Veen (basis Hollandveen), donkerbruin, rietveen, redelijk ontwikkeld; vanaf 2,62 m: klei (Wormerafzetting), licht bruingrijs, matig slap, licht rietdoorworteld; vanaf 2,85 m: klei, blauwgrijs, matig slap, licht rietdoorworteld.

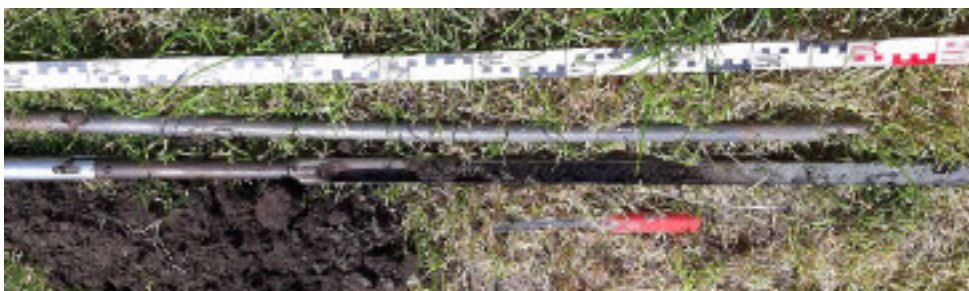


Foto SM-08 Boring B19D2104 (SM10). Klei, donkerbruin, sterk humeus, veel ijzeroxide; vanaf 0,45 m: klei, donkerbruin, sterk humeus, veel schelpgruis (aangetast door oplossing), spoor hele schelpen van *Cerastoderma edule*, weinig juveniel (broedval van *Cerastoderma edule*schelpjes) brakke invloed; waarschijnlijk verspoeld schelpenmateriaal in de meerbodem.



Foto SM-09 Boring B19D2104 (SM10). Detailopname van het schelpmateriaal op foto SM-08.

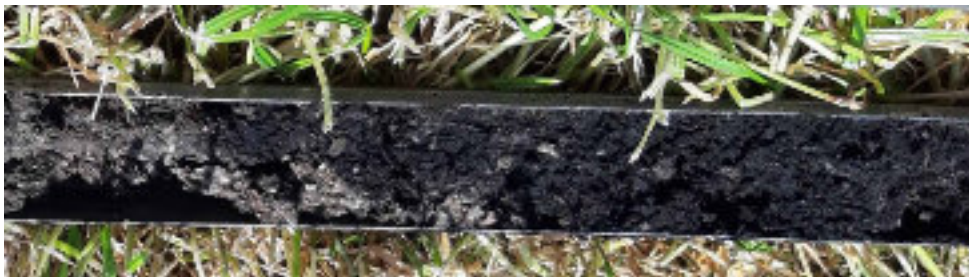


Foto SM-10 Boring B19D2104 (SM10). Detailopname van het schelpmateriaal uit de gutskern op foto SM-08; vanaf 0,6 m: veen, donkerbruin, rietveen, losse structuur, verspoeld, meerbodema-fzetting.



Foto EW-01 Boring B25B3057 (EW03). Klei, grijsbruin, matig humeus met zandnesten; vanaf 0,45 m: veendetritus (meerbodema-fzetting), donkerbruin, verslagen Hollandveen, losse structuur, heidetakje en ook rietresten, niet doorworteld; vanaf 1,17 m: klei (Wormer-a-fzettingen), zwak humeus, licht bruingrijs, slap, licht doorworteld; vanaf 1,2 m: klei, blauwgrijs, gelaagd met uiterst dunne zandlaagjes; vanaf 1,4 m: zand, zeer fijn, grijs.



Foto EW-02 Boring B25B3057 (EW03). Detailopnamefoto EW-01: basis meerbodema-fzetting op Wormer-getijdsedimenten; het Hollandveen is hier volledig opgeruimd door erosie.

Boringen langs de Zaan (ZB) en laboratoriumbemonstering



Foto ZB-01 Opname van boorlocatie B25B3o67 (veldnummer ZBo2).



Foto ZB-02 Opname van boorlocatie B25B3o69 (veldnummer ZBo9).



Foto ZB-03 Boring B25B3066 (veldnummer ZBo1). Klei, licht bruingrijs, matig humeus; vanaf 2,15 m: veen, donkerbruin, vrij droog, met zeer fijne zandkorrels; vanaf 2,35 m: klei, grijsbruin, venig, rietdoorworteld, vrij stevig.



Foto ZB-04 Boring B25B3066 (veldnummer ZBo1). Klei, grijsbruin, venig, rietdoorworteld, vrij stevig.



Foto ZB-05 Boring B25B3066 (veldnummer ZBo1). Detailopname foto ZB-04, klei, grijsbruin, venig, rietdoorworteld, vrij stevig.



Foto ZB-06 Boring B25B3066 (veldnummer ZBo1). Klei (Zaanafzetting), bruingrijs, wat gelaagd op kleur, matig humeus, rietdoorworteld, basis erosief; vanaf 3,35 m: veen, roodbruin, oligotroof veenmosveen met heide en wollegras, top fijne rietwortels.



Foto ZB-07 Boring B25B3066 (veldnummer ZBo1). Detailopname foto ZB-06. Klei (Zaanafzetting), bruingrijs, wat gelaagd op kleur, matig humeus, rietdoorworteld, basis erosief; vanaf 3,35 m: veen, roodbruin, oligotroof veenmosveen met heide en wollegras, top fijne rietwortels (wordt snel donker door oxidatie).



Foto ZB-08 Boring B25B3066 (veldnummer ZBo1). Detailopname van humeuze klei met riestengels, erosief op roodbruin oligotroof veen met veenmos en heide.



Foto ZB-09 Boring B19D2112 (veldnummer ZBo3). Veen, bruin, goed ontwikkeld rietveen, basis donkerbruin en riet riozoom, vanaf 2,4: veen roodbruin, oligotroof veen met wollegras en veenmos, naar onder toe amorf.



Foto ZB-10 Boring B19D2113 (veldnummer ZBo4). Veen, roodbruin, oligotroof met wollegras, heide en veenmos, tussen 2,65 en 2,68 m: klapklei, humeus, bruin, fijn gelaagd, scherpe onder- en bovengrens; vanaf 2,68 m: veen, donkerbruin, zwak amorf, rietveen met galigaan.



Foto ZB-11 Boring B19D2116 (veldnummer ZBo7). Klei, grijs, zwak humeus, matig stevig, brokkelig, stukje baksteen (rood) en enkel fijn grindje, naar onderen toe slapper en gladde klei, niet meer brokkelig – opgebrachte klei?; vanaf 1,22 m: veen, zwak kleilig, donkerbruin, rietveen, redelijk ontwikkeld.



Foto ZB-12 Boring B19D2116 (veldnummer ZBo7). Veen, donkerbruin, matig amorf, rietveen met enkel takje tussen 1,35-1,45 m.



Foto ZB-13 Boring B19D2116 (veldnummer ZBo7). Veen, donkerbruin, matig amorf, rietveen; vanaf 1,83 m: veen, kleiig, grijsbruin, riet; vanaf 1,90 m: veen, donkerbruin, rietveen, redelijk tot goed ontwikkeld.



Foto ZB-14 Boring B19D2116 (veldnummer ZBo7). 2,85 m: veen, bruin en beetje rood, onduidelijk veen (mos/sphagnum aanwezig?), menyanthus zaadjes (mesotroof), riet riozoom; vanaf 3,35 m: veen, donkerbruin, amorf, rietveen; vanaf 3,57 m: veen, donkerbruin, rietveen, goed ontwikkeld; vanaf 3,70 m: veen, grijsbruin, kleiig rietveen; vanaf 3,75 m: klei (Wormerafzettingen), blauw-grijs, slap, rietdoorworteld.



Foto ZB-15 Boring B19D2116 (veldnummer ZBo7). Detailopname foto ZB-14: traject tussen 1,95 tot 2,63 m: veen, donkerbruin, rietveen, redelijk tot goed ontwikkeld; vanaf 2,40 m: donkerbruin, matig amorf, rietveen met galigaan; vanaf 2,55 m: veen, roodbruin, oligotroof veen, matig ontwikkeld, niet zo rood.



Foto ZB-16 Boring B19D2116 (veldnummer ZBo7). Detailopname foto ZB-14: traject tussen 2,55 tot 2,93 m: basis van de Hollandveenlaag, met daaronder de blauwgrijze Wormer klei



Foto ZB-17 Veldbemonstering van boring B19D2112 (ZBo3) voor laboratoriumonderzoek.



Foto ZB-18 Bemonstering van de gutskern van boring B19D2112 (ZBo3).



Foto ZB-19 Vijf bemonsterde gutskernen van de Zaanboringen ZBo1 t/m ZBo5 voor paleo-ecologisch en dateringsonderzoek.

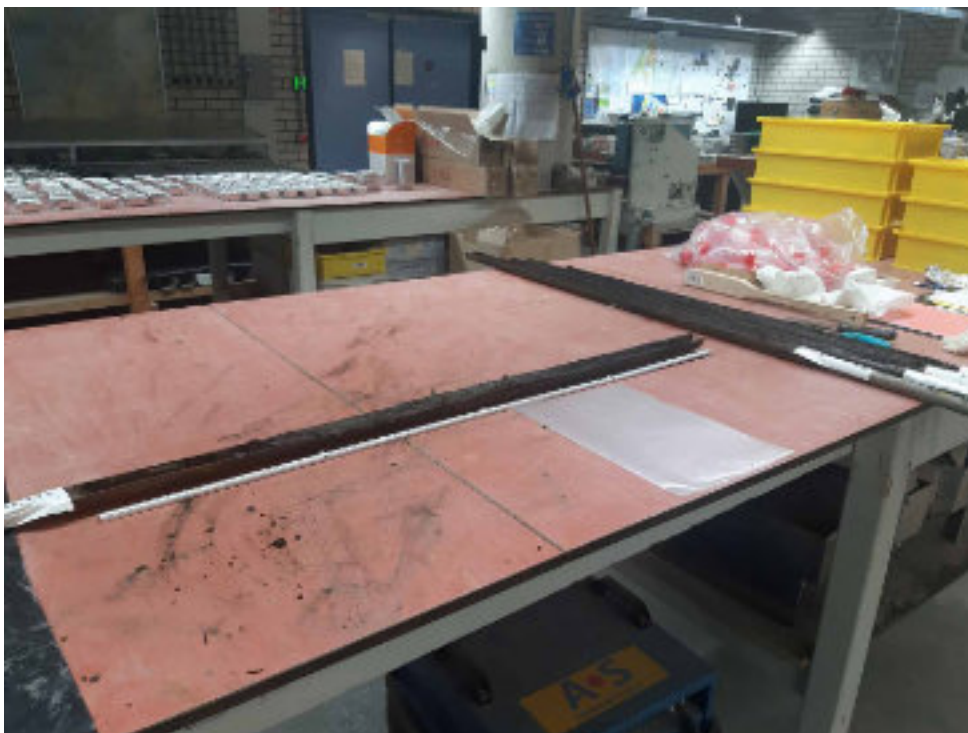


Foto ZB-20 Bemonstering van de gutskernen voor het paleo-ecologisch en dateringsonderzoek naar de Zaanboringen in de beschrijfruimte voor sediment van de Geologische Dienst Nederland (GDN-TNO) in Utrecht.

Reeds verschenen in de reeks Noord-Hollandse Archeologische Publicaties:

NHAP 1	Kennemerland in de Bronstijd
NHAP 2	Slot Purmerstein te Purmerend
NHAP 3	Bewoningsgeschiedenis van Texel (Late IJzertijd - Romeinse tijd)
NHAP 4	Van het voorland verdwenen (Almersdorp)
NHAP 5	Castricum Oosterbuurt aardewerkonderzoek
NHAP 6	Het cultuurlandschap van het Oer-IJ
NHAP 7	Kostverloren te Amstelveen
NHAP 8	Weelde in de Beemster
NHAP 9	Een Beemster poldermolen
NHAP 10	De Engelmunduskerk in Velsen-Zuid
NHAP 11	Kennemerland in metaalvondsten
NHAP 12	De hand van de decorateur
NHAP 13	Bewoningsgeschiedenis van Texel (Vroege Middeleeuwen)
NHAP 14	Wonen aan het Witsmeer
NHAP 15	Opperdoes, een geliefde plek
NHAP 16	Het Oer-IJ heropend
NHAP 17	Ter Coulster opgedolven
NHAP 18	Den Helder, Het Torp

Scan voor alle
publicaties van
Huis van Hilde



Huis van Hilde
Puiikman 3
1901 NN Castricum
info@huisvanhilde.nl
www.huisvanhilde.nl



8123456789027

