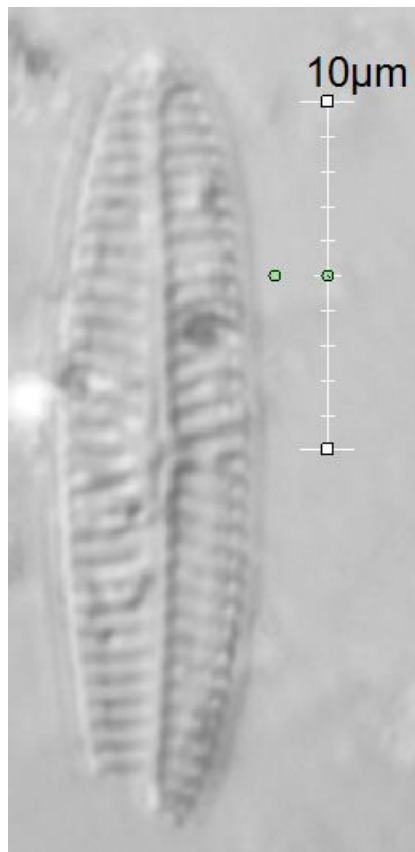
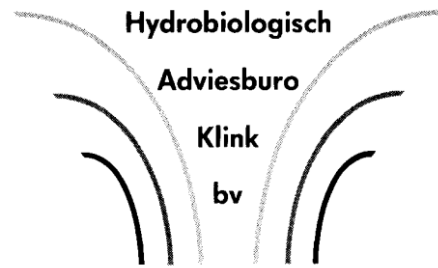


Archeologisch onderzoek Tholen: Nieuwlandse Dijk

Onderdeel kiezelalgen of Diatomeeën



Navicula cincta, een kiezelalg van droogvallend slik



Archeologisch onderzoek Tholen: Nieuwlandse Dijk

Onderdeel kiezelalgen of Diatomeeën

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en mededelingen nr. 159
Augustus 2022 (HAK Project 599)**

In opdracht van BIAX Consult. Contactpersoon Frederike Verbruggen

© Hydrobiologisch Adviesburo Klink. Alles uit dit rapport mag op één of andere manier worden vermenigvuldigd mits erop juiste de wijze verwezen wordt naar dit rapport en de auteur(s). Het rapport is te downloaden op www.klinkhydrobiologie.nl tab. Bibliografie onder het betreffende projectnummer

Inhoudsopgave

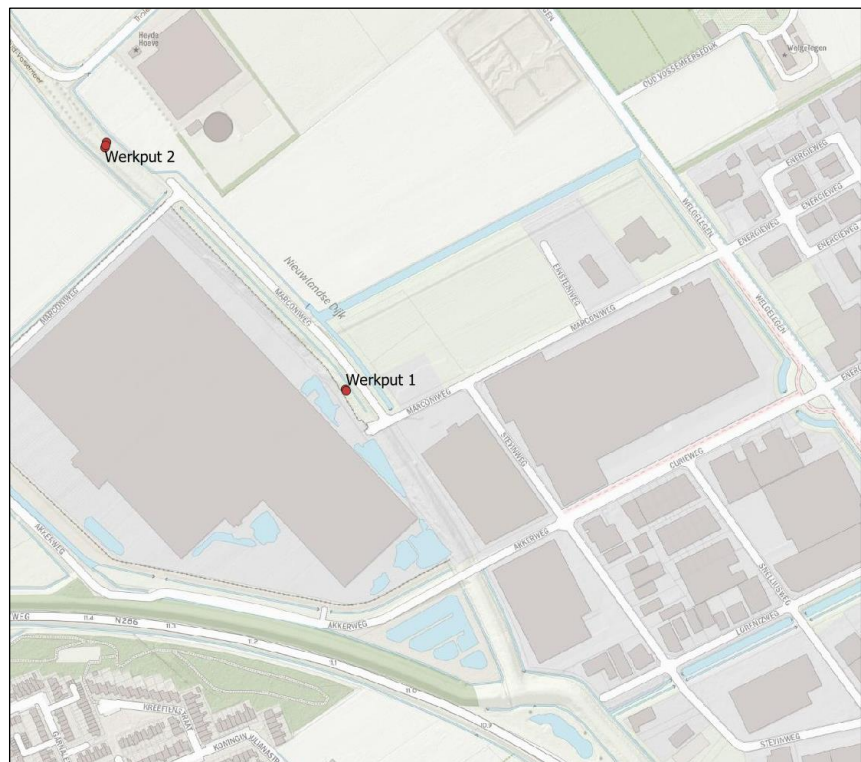
1. INLEIDING	2
2. LOCATIES EN METHODEN	3
3. RESULTATEN	6
4. RESUMÉ	11
5. LITERATUUR	12
BIJLAGE BASISGEGEVENS.....	13

1. Inleiding

De ontwikkeling van Bedrijventerrein Welgelegen III in Tholen heeft tot gevolg dat de Nieuwlandse Dijk niet behouden kan blijven. De Nieuwlandse Dijk, een vrij gave laatmiddeleeuwse dijk, maakt echter deel uit van het laatmiddeleeuwse cultuurlandschap rondom Tholen en is daarmee één van de kernthema's in de Provinciale Onderzoeksagenda Archeologie Zeeland, op grond waarvan een archeologisch vervolgonderzoek noodzakelijk is geacht (Depuydt, 2021). In dit rapport wordt verslag gedaan van de kiezelalgen of Diatomeeën die in het dijklichaam zijn aangetroffen. Aangezien de afzonderlijke soorten in verschillende biotopen leven, kan uit hun soortnamenstelling worden afgeleid wat de herkomst is van het materiaal waaruit de dijk is opgebouwd.

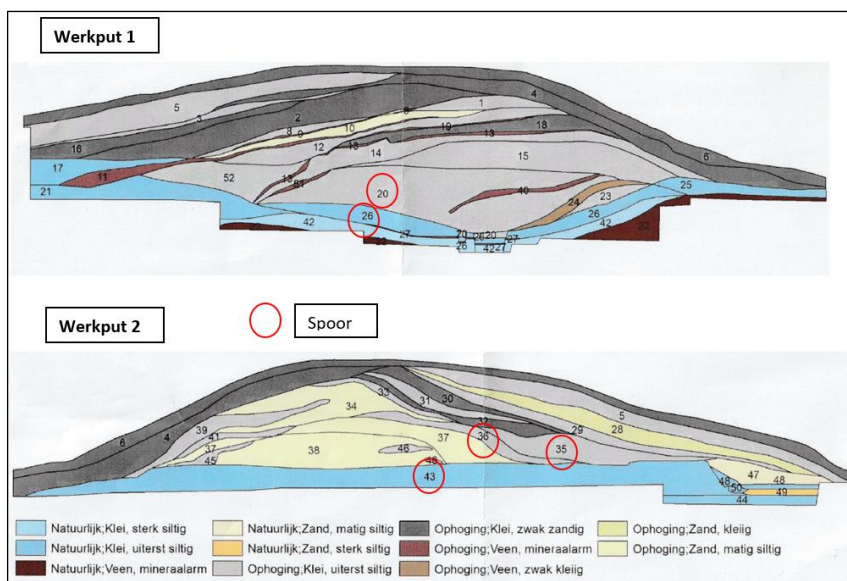
2. Locaties en methoden

In figuur 1 zijn de locaties ingetekend van de werkputten. Op deze locaties zijn putten gegraven, waarin de bodemsamenstelling is vastgesteld (figuur 2).



Figuur 1. Ligging van de werkputten in de Nieuwlandse Dijk

De onderste (natuurlijke) laag bestaat in beide werkputten uit uiterst siltrijke klei, die in beide putten is geanalyseerd op kiezelalgen. In werkput 1 is de dijk bijna uitsluitend opgehoogd met uiterste siltige klei. In dit materiaal is ook spoor 20 in analyse genomen. In werkput 2 is het dijklichaam grotendeels zandig. Naast de natuurlijke kleibasis bestaan ook de sporen 25 en 36 uit zeer siltige klei.



Figuur 2. Bodemsamenstelling in de 2 werkputten en omcirkeld, de sporen die zijn onderzocht.

In tabel 2 staat vermeld hoeveel schaaltsjes van de kiezelalgen er per mg droge stof in de klei zijn aangetroffen. Het betreft schaaltsjes waarvan tenminste 75% is overgebleven.

Tabel 1. Dichtheid van de schalen van de kiezelalgen (in mg droge klei)

werkput	spoor	N/mg
1	26	308
1	20	171
2	43	534
2	35	407
2	36	402

2.1. Opwerken van de monsters voor analyse van de kiezelalgen

De monsters zijn opgewerkt op de volgende wijze:

- Monster in kweekbuis spoelen met water en 1 minuut laten bezinken, decanteren en decantaat verder opwerken. Hierbij is het meeste zand uit het monster verdwenen. Decantaat 6 uur of meer laten bezinken en supernatant afgieten.
- Zoutzuur (HCl 30%) toevoegen aan sediment om kalk op te lossen. Vervolgens bezinken (> 6 uur), decanteren en spoelen met water (2 maal herhalen).
- Toevoegen van waterstofperoxide (H₂O₂, 30%) en 1 uur verwarmen bij 90°C. Bezinken (> 6 uur) en decanteren (2 maal herhalen met water).

- Opgewerkt materiaal (400 µl) opbrengen op een dekglas (18-18 mm), water laten verdampen en insluiten met Naphrax op een objectglas.

2.2. Determinatie

De determinaties zijn uitgevoerd bij een vergroting van 1250 x met een 100 x objectief met numerieke apertuur van 1,4 en differentieel interferentie contrast (DIC)

Van ieder monster zijn 200 schaaltes gedetermineerd. Fragmenten < 75% zijn genegeerd.

De gebruikte determinatieliteratuur staat vermeld in het handboek Hydrobiologie (Bijkerk et al., 2014) en recente aanvullingen.

2.3. Verspreidingsgegevens

De kaart met verspreidingsgegevens van de ecologische groepen diatomeeën is gemaakt met behulp van de gegevens in Limnodata en recente aanvullingen. De Limnodata is het gegevensbestand van de Waterschappen en Rijkswaterstaat waarin hun meetgegevens (in dit geval fytobenthos) zijn opgeslagen. De vindplaatsen van diatomeeën zijn alle binnendijks omdat dit het beheersgebied is van de Waterschappen en Rijkswaterstaat buitendijks geen fytobenthos onderzoekt.

3. Resultaten

3.1. Plaatsing van de monsters in het kustgebied.

Vos en de Wolf (1993) hebben aan de hand van onderzoek aan kiezelalgen in sedimenten een typologie gemaakt van soorten die voorkomen in onderscheiden delen van het kustgebied. In tabel 1 zijn deze groepen weergegeven met hun leefwijze en de voorkeur voor zee-, brak- of zoetwater.

Tabel 2. Groepen diatomeeën en hun voorkeur

Groep	Leefwijze	Chloride mg/l
Marien plankton	zwevend	17.000-10.000
Marien tychoplankton	losgeslagen	17.000-10.000
Marien/brak epipsammon	op zand	10.000-1000
Marien/brak epipelon	op slik	10.000-1000
Marien/brak epifyton	op planten	10.000-1000
Marien/brak aerofiel	boven water	10.000-1000
Brak plankton	zwevend	1000-100
Brak/zoet plankton	zwevend	<1000
Brak/zoet tychoplankton	losgeslagen	<1000
Brak/zoet epifyton	op planten	<1000
Brak/zoet aerofiel	boven water	<1000
Zoet plankton	zwevend	< 100
Zoet epifyton	op planten	< 100
Zoet epipelon	op slik	< 100

In tabel 3 worden de soorten weergegeven, behorend bij de in tabel 2 genoemde groepen. Hierbij zijn de soorten en abundantieclassen toegevoegd van de diatomeeën die zijn aangetroffen in de monsters. In totaal zijn er 62 soorten aangetroffen. In alle monsters is het aandeel marien (tycho)plankton dominant met een aandeel van 70% of meer. Soorten van het zoete water zijn zeldzaam met een aandeel tot 3%.

Uit tabel 3 blijkt dat slechts 7 soorten meer dan 5% uitmaken van de aantallen in een monster. Slechts 3 soorten hebben een aandeel van > 12,5% in de monsters. Bijna al deze soorten behoren tot het mariene (tycho)plankton. Uitzonderingen zijn *Planothidium delicatum* ((marien/brak epipsammon) en *Navicula cincta* (marien/brak epipelon).

De meest soortenrijke biotoop is met afstand het marien/brakke epipelon, ofwel de slikken. Van deze soorten zijn er 18 verzameld tegen maximaal 7 in andere biotopen.

De afzonderlijke monsters hebben een vergelijkbare biodiversiteit (25-30 soorten).

Tabel 3. Toetsing van de monsters Oud-Vossemeer aan de typologie van Vos en de Wolf (1993).

Soorten	Marien/brak epiphyton		Marien/brak epiphyton		Brak/zoet tychoplankton		Brak/zoet epiphyton		Zoet plankton		Zoet epiphyton		Wp1-sp 26	Wp2-sp 35	Wp2-sp 43	Wp2-sp 36			
	Marien plankton	Marien tychoplankton	Marien/brak epiphyton	Marien/brak epiphyton	Brak/zoet tychoplankton	Brak/zoet tychoplankton	Brak/zoet epiphyton	Brak/zoet epiphyton	Zoet plankton	Zoet plankton	Zoet epiphyton	Zoet epiphyton							
Actinocyclus senarius	X												+	+	+	+			
Coscinodiscus perforatus	X																		
Paralia sulcata	X												+++	++	+++	+++			
Podosira stelliger	X																		
Thalassionema nitzschioides	X												+	+	++	++			
Thalassiosira decipiens	X												+	+	+	+			
Thalassiosira eccentrica	X												+						
Campylosira cymbelliformis		X											+	+	+	+			
Cymatosira belgica		X											+++	+++	+++	+++			
Delphineis minutissima		X											+++	++	++	+			
Delphineis surirella		X											++	++	++	++			
Plagiogrammopsis vanheurckii		X																	
Raphoneis amphicerus		X											+	+	+	+			
Marien													77	70	81	82			
Achnanidium exiguum			X										+						
Amphora pediculus			X										+						
Catenula adhaerens			X												+	+			
Cocconeis peltoides			X										+						
Dimeregramma minor			X											+	+	+			
Planothidium delicatulum			X										+	+++	+	++			
Navicula cincta				X										++					
Navicula microcari				X									+	+					
Navicula phyllepta				X												+			
Navicula upsaliensis				X												+			
Navicula veneta				X												+			
Staurosirella guenter-grassii				X												+			
Amphora marina				X												+			
Diploneis aestuarii				X									+	+	+	+			
Diploneis didyma				X									+		+	+			
Diploneis smithii				X									+		+				
Halamphora acutiuscula				X												+			
Hippodonta subtilissima				X										+					
Pariibellus plicatus				X									+						
Tryblionella coarctata				X												+			
Tryblionella granulata				X									+			+			
Tryblionella navicularis				X									+	+	+	+			
Tryblionella pararostrata				X										+		+			
Tryblionella punctata				X									+	+	+				
Achnanthes brevipes					X									+	+				
Cocconeis hauniensis					X									+	+	+			
Cocconeis scutellum					X								+						
Fragilaria gedanensis					X									+					
Grammatophora					X											+			
Planothidium linkei					X								+						
Diploneis interrupta						X							+			+			
Marien/brak													16	20	11	13			
Cyclotella striata						X							+	+	+	+			
Cyclotella atomus							X						+			+			
Cyclotella choctawhatcheeana							X						+						
Cyclotella meneghiniana							X									+			
Pseudostaurosira brevistriata							X						+	+	+				
Thalassiosira baltica							X								+				
Fragilaria famelica								X					+						
Pseudostaurosira bronkei								X								+			
Pseudostaurosira sopotensis								X					+	+	+				
Staurosira construens								X						+	+	+			
Staurosirella pinnata								X					+	+	+	+			
Cocconeis placentula									X				+						
Luticola mutica										X						+			
Brak/zoet													6	7	7	5			
Aulacoseira granulata										X				+					
Stephanodiscus hantzschii										X				+					
Planothidium frequentissimum											X		+			+			
Planothidium lanceolatum											X		+	+	+				
Staurosirella martyi												X	+	+	+	+			
Zoet													1	3	2	1			
Totaal aantal soorten	7	6	6	18	6	1	1	5	5	1	1	2	2	1	28	30	25	30	26

Abundantie: + <5 %; ++ 5 – 12,5%; +++ > 12,5%

In tabel 4 worden per monster de aandelen per biotoop weergegeven.

Tabel 4. Verdeling van de ecologische groepen in de monsters (Werkput 1 oker en werkput 2 groen)

Groep/monster	Wp1-sp 26	Wp1-sp 20	Wp2-sp 43	Wp2-sp 35	Wp2-sp 36
Marien plankton	21	16	32	33	36
Marien tychoplankton	56	54	49	48	46
Marien/brak epipsammon	2	8	5	7	6
Marien/brak epipelon	11	11	6	4	7
Marien/brak epiphyton	2	2	1	1	1
Marien/brak aerofiel	1			1	
Brak plankton	2	2	4	2	3
Brak/zoet plankton	4	2	2	1	1
Brak/zoet tychoplankton	1	3	2	2	1
Brak/zoet epiphyton		1			
Brak/zoet aerofiel				1	
Zoet plankton			2		
Zoet epiphyton	1	2	1		1
Zoet epipelon	1	1		1	
Totaal	100	100	100	100	100

Alle monsters worden op basis van de Vos en Wolf (1993) gekarakteriseerd als open mariene subtidale geulen. Deze toewijzing is vooral het gevolg van het hoge aandeel aan marien (tycho)plankton en de relatief lage aandelen van de substraat-bewonende soorten.

De verschillen tussen de twee werkputten is klein, maar opvallend. In werkput 1 is het aandeel marien plankton fors lager dan in put 2. Dit wordt deels gecompenseerd doordat het mariene tychoplankton in wp. 1 hoger is en ook het aandeel marien/brak epipelon. Dit wijst op een tendens dat het materiaal in wp. 1 meer in intergetij is afgezet dan in wp. 2.

In werkput 1 is er ook een verschil tussen de natuurlijke basis van de dijk (spoor 26) en de ophoogklei in spoor 20. In een clusteranalyse (TWINSpan) vormt spoor 20 een aparte groep ten opzichte van de 4 andere monsters. Dit verschil wordt vooral veroorzaakt door het aandeel van de zand bewonende *Planorbulina dilatatum*, door Cantonati et al. (2017) gekenmerkt als een soort van stromende getijdegeulen, en de aanwezigheid van de slik bewonende *Navicula cincta* (zie ook tabel 3). Door zowel Lange-Bertalot (2001) als Cantonati et al. (2017) kenmerkend genoemd voor periodiek droogvallende slikken. Uit het geschetste verschil kan worden afgeleid dat spoor 20 meer materiaal bevat uit het intergetij dan de natuurlijke ondergrond (spoor 26).

In werkput 2 zijn de verschillen tussen de monsters zodanig klein dat kan worden aangenomen dat de ophoogklei uit de nabijheid van de natuurlijke ondergrond afkomstig is.

4. Resumé

- In alle monsters domineert het mariene (tycho)plankton. Naast het vrijwel ontbreken van bewoners van zoet en zwak brak water geeft dat aan dat de natuurlijke ondergrond en het ophoogmateriaal in de zee is gevormd.
- Beide werkputten bevatten in de natuurlijke ondergrond en in de geanalyseerde ophoogklei. Volgens de indeling van Vos en de Wolf (1993), is dit materiaal afkomstig van open mariene subtidale getijstromen.
- Daarnaast bevat werkput 1 een groter aandeel van materiaal uit het intergetij dan werkput 2.
- De ophoogklei van spoor 20 in werkput 1 bevat nog meer invloed van het intergetij dan de natuurlijke ondergrond. Hierbij is (een deel van) dit materiaal mogelijk van elders ingezet voor het ophogen van dit dijkvak. De hiervoor differentiërende soort *Navicula cincta* heeft een voorkeur voor droogvallend slik.
- Supratidale diatomeeën zijn vrijwel niet aangetroffen, zodat het ophoogmateriaal niet van droogvallende platen afkomstig is.
- Soorten van brak water zijn schaars en echte zoetwater soorten zijn in het geheel niet aangetroffen.

5. Literatuur

- Bijkerk, R., (ed.) 2014. Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren. STOWA rapport 2010-28.
- Cantonati, M., Kelly, M., Lange-Bertalot, H., 2017. Freshwater benthic diatoms of Central Europe: Over 800 common species used in ecological assessment. Koeltz Botanical Books 942 pp.
- Depuydt, S., 2021. Tholen Nieuwlandsedijk (gemeente Tholen) Opgraving. Evaluatie- en Selectierapport 79 pp.
- Lange-Bertalot, H., 2001. Navicula sensu stricto. 10 Genera separated from Navicula sensu lato Frustulia. Diatoms of Europe 2: 526 pp.
- Vos, P.C., Wolf, H. de, 1993 Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects Hydrobiologia 269: 285-296.

Bijlage basisgegevens

Soorten/sporen	W/p1-sp 26	W/p1-sp 20	W/p2-sp 43	W/p2-sp 35	W/p2-sp 36
<i>Actinoptychus senarius</i>	2		1	2	4
<i>Coscinodiscus perforatus</i>				1	
<i>Paralia sulcata</i>	33	19	46	45	57
<i>Podosira stelliger</i>			1		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	3	4	12	10	8
<i>Thalassiosira decipiens</i>	4	8	3	8	3
<i>Thalassiosira eccentrica</i>		1			
<i>Campylosira cymbelliformis</i>	1	2		2	4
<i>Cymatosira belgica</i>	71	65	73	59	47
<i>Delphineis minutissima</i>	28	20	10	9	7
<i>Delphineis surirella</i>	11	20	11	20	24
<i>Plagiogrammopsis vanheurckii</i>			2		
<i>Raphoneis amphiceros</i>	1		2	6	9
Marien	77	70	81	82	82
<i>Achnanthydium exiguum</i>	2				
<i>Amphora pediculus</i>		1			
<i>Catenula adhaerens</i>				3	1
<i>Cocconeis peltoides</i>		2			
<i>Dimeregramma minor</i>		1	3	4	2
<i>Planothidium delicatulum</i>	2	12	6	7	9
<i>Navicula cincta</i>		12			
<i>Navicula microcari</i>	4	1			
<i>Navicula phyllepta</i>					1
<i>Navicula upsaliensis</i>				1	
<i>Navicula veneta</i>					1
<i>Staurosirella guenter-grassii</i>					1
<i>Amphora marina</i>				1	
<i>Diploneis aestuarii</i>	1	4	3	1	6
<i>Diploneis didyma</i>	2		2	1	
<i>Diploneis smithii</i>	5			1	
<i>Halamphora acutiuscula</i>					1

Soorten/sporen	Wp1-sp 26	Wp1-sp 20	Wp2-sp 43	Wp2-sp 35	Wp2-sp 36
Hippodonta subtilissima		1			
Parlibellus plicatus	2				
Tryblionella coarctata				1	
Tryblionella granulata	1				1
Tryblionella navicularis	4		4	1	1
Tryblionella pararostrata		1			1
Tryblionella punctata	3	2	3		
Achnanthes brevipes		1	1		
Cocconeis hauniensis		1		1	1
Cocconeis scutellum	2				
Fragilaria gedanensis		1			
Grammatophora				1	
Planothidium linkei	1				
Diploneis interrupta	2			2	
Marien/brak	16	20	11	13	13
Cyclotella striata	4	3	7	3	6
Cyclotella atomus	3			1	
Cyclotella choctawhatcheeana		2			
Cyclotella meneghiniana					1
Pseudostaurosira brevistriata	4	2	2		
Thalassiosira baltica			1		
Fragilaria famelica	1				
Pseudostaurosira bronkei				1	
Pseudostaurosira sopotensis		3	2	2	
Staurosira construens			1		1
Staurosirella pinnata		2		1	1
Cocconeis placentula		1			
Luticola mutica				1	
Brak/zoet	6	7	7	5	5
Aulacoseira granulata			+		
Stephanodiscus hantzschii			1		
Planothidium frequentissimum		2			2
Planothidium lanceolatum	1	2	1		
Staurosirella martyi	1	2		2	
Zoet	1	3	2	1	1
Totaal aantal soorten	28	30	25	30	26

