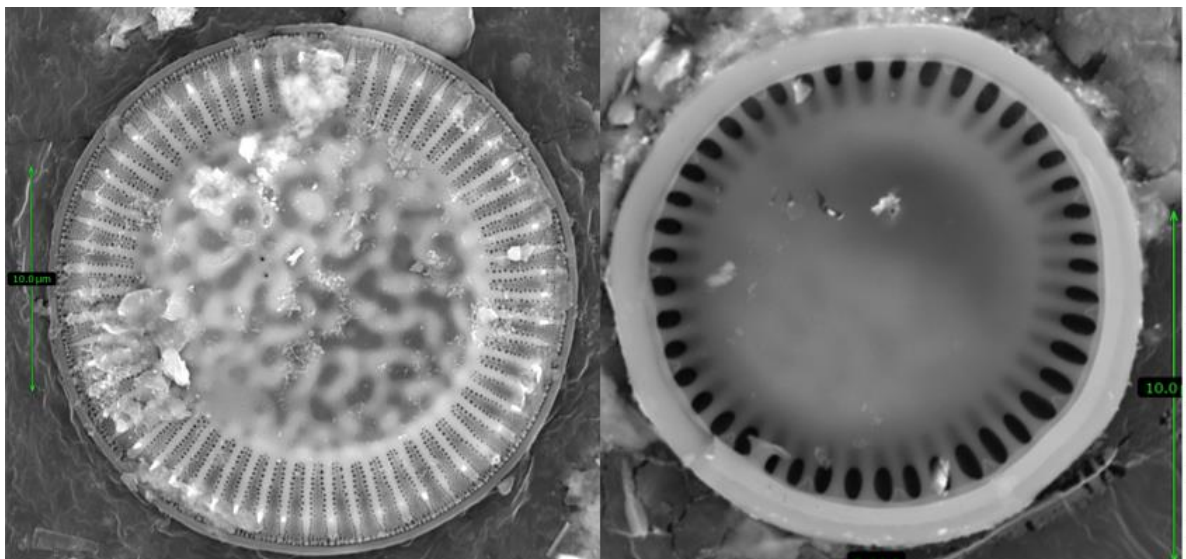
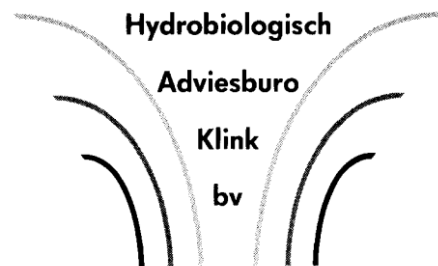


Diatomeeën van Schelde-afzettingen in Burcht (Zwijndrecht België)



Cyclotella striata één van de meest talrijke soorten in dit onderzoek (L buitenkant; R binnenkant)



Diatomeeën van Schelde-afzettingen in Burcht (Zwijndrecht België)

Alexander Klink

**Hydrobiologisch Adviesburo Klink rapporten en mededelingen nr. 154
oktober 2020 (HAK Project 621)**

In opdracht van All-Archeo (Bornem, België). Contactpersoon Jordi Bruggeman

© 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

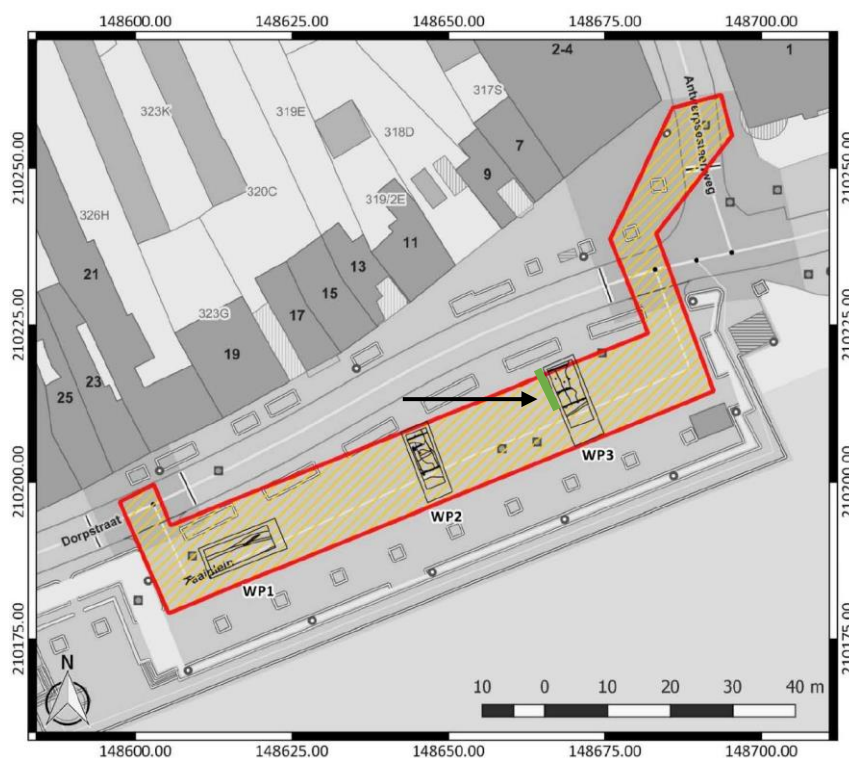
1. INLEIDING	2
2. METHODEN	4
3. RESULTATEN	5
4. DISCUSSIE	15
5. CONCLUSIES.....	17
6. LITERATUUR	19
BIJLAGE 1: BASISGEGEVENS.....	21

1. Inleiding

In het Kaaiplein (Antwerpen, Zwijndrecht, Burcht) wordt een bergingsbekken gerealiseerd ten behoeve van de riolering. Tijdens de graafwerkzaamheden bleek een archeologische site aanwezig, waarin zich een houten kadebeschoeiing bevindt waar schepen tot 1927 konden aanleggen voor het laden en lossen (Bruggeman en van Buggenhout, 2019).

Deze kade is aangebracht op een alluviale kleiafzetting die is afgezet in de periode van de 16^e en 18^e eeuw. In deze laag is in zowel boven- als onderkant een staal genomen voor analyse van diatomeeën om meer inzicht te krijgen in de lokale omstandigheden ten tijde van deze afzettingen.

In figuur 1 is de globale ligging aangegeven van de afzetting waarin de stalen zijn genomen en in figuur 2 is de ligging van de stalen in het profiel aangegeven.



Figuur 1. Onderzoeklocatie Kaaiplein Burcht met onder de Schelde

In figuur 1 geeft de groene streep het bodemprofiel PNO1 aan van Vlak 1 waarin de stalen zijn genomen (Bruggeman en Buggenhout, 2019).

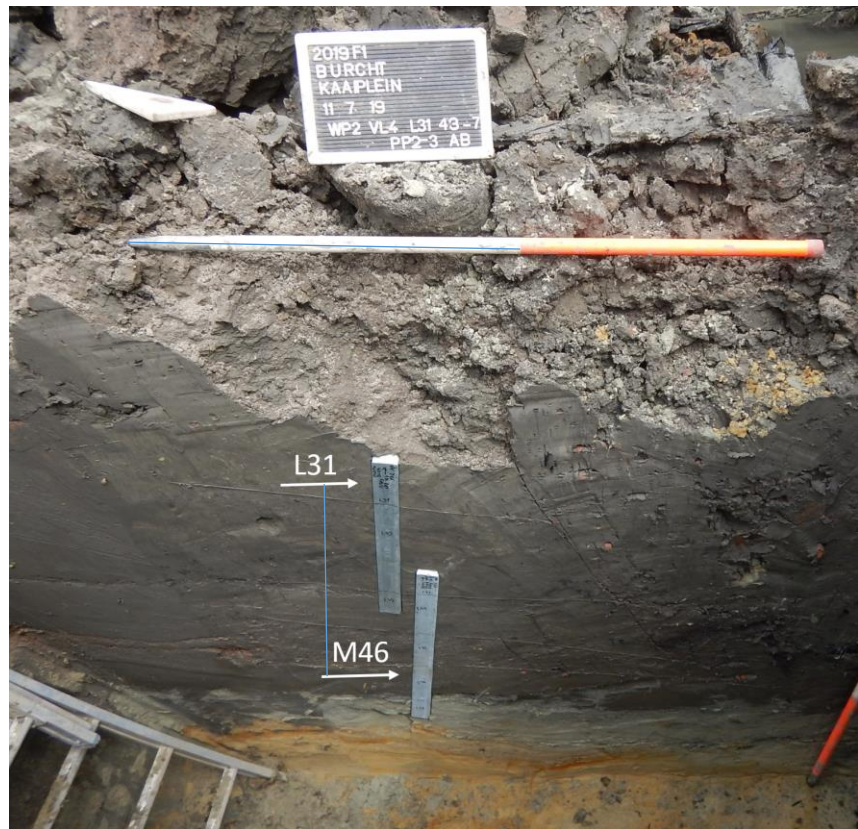


Foto 1. Ligging van de monsters.

Het bovenste staal (MP02 in laag L31) ligt net onder een pakket opgebracht materiaal. Het onderste staal (MP03 in laag M46 ligt net boven een afzetting van dekzand. Beide stalen bestaan hoofdzakelijk uit klei met een geringe hoeveelheid fijn zand.

2. Methoden

2.1. Opwerken van de monsters

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 10%) toevoegen aan sediment om kalk en ijzer op te lossen. Vervolgens bezinken (> 6 uur) en spoelen met water (2 maal herhalen).
- Toevoegen van waterstofperoxide (H₂O₂, 30%) en 1 uur verwarmen bij 90°C. Bezinken (> 6 uur) en spoelen met water (2 maal herhalen).

Voor de lichtmicroscop:

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

Voor de elektronenmicroscop:

- Opgewerkt materiaal (100 µl) opbrengen op “carbon tab” op een Al-stub en coaten in lucht met een laag Au (dikte 10 nm).

2.2. Determinatie

LM: Bij een optische vergroting van 1250 x met een 100 x objectief met numerieke apertuur van 1,4 en differentieel interferentie contrast (DIC)

SEM: Back Scatter Detection (BSD) bij 15kV

Van ieder monster zijn 200 schaaltes gedetermineerd. De gebruikte determinatieliteratuur staat vermeld in het handboek Hydrobiologie (Bijkerk et al., 2014) en relevante aanvullingen zijn gebruikt. Bij de naamgeving is gebruik gemaakt van de TWN-database versie 13-10-2020 (<https://twnlist.aquadesk.nl/>).

3. Resultaten

In totaal zijn 109 soorten in de twee stalen aangetroffen, waarvan 36 in het bovenste staal en 88 in het onderste. Binnen de telling van 200 schaaltes zijn in het bovenste staal 35 en in het onderste staal 36 soorten geïdentificeerd. Hiermee is de bovenste laag relatief uniform en de onderste laag is buitengewoon divers. Naar verwachting zijn nog 10-tallen soorten te ontdekken in dit materiaal.

3.1. Overzicht van de aangetroffen soorten

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 leefmilieu en de voorkeur voor zee-, brak- of zoetwater.

Tabel 1. Toetsing van de stalen aan de typologie van Vos en de Wolf (1993a), met relevante aanvullingen.

Nr.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	MP02	MP03
Soorten ↓ Niches →	marien plankton	marien tychoplankton	marien epipelon	marien/brak epipsammon	marien/brak epipelon	marien/brak epiphyten	marien/brak aerofiel	brak plankton	brak/zoet plankton	brak/zoet tychoplankton	brak/zoet epiphyten	brak/zoet aerofiel	zoet plankton	zoet epiphyten	zoet epipelon	MP02	MP03
<i>Paralia sulcata</i>	X															5	2
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	X															1	1
<i>Thalassiosira eccentrica</i>	X															1	+
<i>Cymatosira belgica</i>	X															10	1
<i>Delphineis minutissima</i>	X															5	+
<i>Delphineis surirella</i>	X															8	2
<i>Pseudopodosira westii</i>	X															1	-
<i>Rhaphoneis amphiceros</i>	X															2	1
<i>Psammodictyon panduriforme</i>		X														1	-
Marien																32	6
<i>Fragilaria famelica</i>			X													2	-
<i>Planothidium delicatulum</i>			X													2	2
<i>Planothidium pumilum</i>			X													-	1
<i>Bacillaria paxillifer</i>				X												1	1
<i>Fallacia pygmaea</i>				X												-	1
<i>Gyrosigma fasciola</i>				X												-	1
<i>Gyrosigma eximium</i>				X												-	2
<i>Navicula peregrina</i>				X												1	-
<i>Nitzschia clausii</i>				X												-	1
<i>Nitzschia laevis</i>				X												1	-
<i>Nitzschia plioheterana</i>				X												-	19
<i>Nitzschia sigma</i>				X												-	1
<i>Surirella crumena</i>				X												-	1
<i>Tryblionella apiculata</i>				X												-	1
<i>Tryblionella compressa</i>				X												1	+
<i>Tryblionella granulata</i>				X												1	-
<i>Tryblionella navicularis</i>				X												1	+
<i>Tryblionella salinarum</i>				X												1	7
<i>Berkeleya rutilans</i>					X											-	1
<i>Cocconeis scutellum</i>					X											1	1
<i>Diploneis interrupta</i>						X										1	-
Marien/Brak																10	35
<i>Actinocyclus normanii</i>							X									15	+
<i>Cyclotella striata</i>							X									29	9
<i>Cyclotella atomus</i>								X								-	2
<i>Skeletonema subsalsum</i>								X								-	37
<i>Thalassiosira bramaeputrae</i>								X								5	1
<i>Thalassiosira incerta</i>								X								-	3
<i>Staurosirella pinnata</i>									X							1	-
<i>Cocconeis placentula</i>										X						1	+
<i>Rhoicosphenia abbreviata</i>										X						1	-
<i>Luticola gr. mutica</i>											X					7	2
Brak/Zoet																58	53
<i>Aulacoseira ambigua</i>												X				-	1
<i>Cyclostephanos dubius</i>													X			-	1
<i>Lindavia balatonis</i>													X			-	1
<i>Epithemia sorex</i>														X		-	1
<i>Gyrosigma acuminatum</i>															X	-	2
<i>Gyrosigma attenuatum</i>															X	-	1
Zoet																0	6
Totaal																100	100

Plankton = zwevend in het water; Tychoplankton = afkomstig van elders, maar vooral in de waterkolom aanwezig; Epipelon = levend op slik/modder; Epipsammon = levend

op en tussen zand; Epiphyten leven op planten en macroalgen; Aërofiële soorten leven een groot deel van de tijd buiten het water. - = niet aangetroffen + = aanwezig buiten telling van 200 schalen.

Uit tabel 1 blijkt dat er relatief veel soorten zijn aangetroffen, die in zee leven of in het brakke water. Slechts enkele soorten zijn kenmerkend voor zoet water. Hiermee zijn de afzettingen te kwalificeren als behorend tot het brak- en zoutwater getijdegebied. De invloed van het zoete water en de bijbehorende soorten van de Schelde is nauwelijks merkbaar.

- De mariene soorten zijn vrijwel alle (tycho)planktonisch. In het bovenste staal (MP02) bedraagt deze groep 32% van de in het monster getelde individuen. In MP03 is dit slechts 6%.

De meest talrijke soorten uit deze groep zijn *Paralia sulcata*, *Cymatosira belgica* en *Delphineis minutissima* en *D. surirella*.

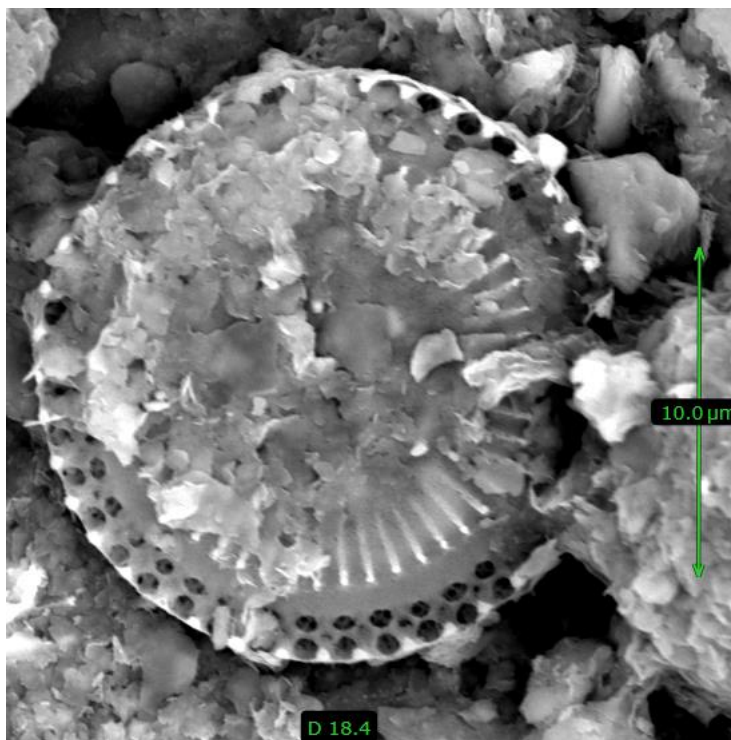


Foto 2. *Paralia sulcata*, een zwevende soort uit de Noordzee

- De groep van het marien/brakke water is het meest soortenrijk en leeft op de bodem, planten en sessiele macro-algen. Een groep van marien/brak plankton is niet opgenomen in de indeling van de Vos en de Wolf (1993a). In MP02 is deze groep met 10% matig vertegenwoordigd. In MP03 bestaat ruim 1/3 van het monster uit deze soorten, waarbij *Nitzschia plioveterana* (foto 3) domineert.

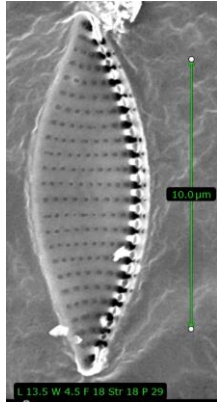


Foto 3. *Nitzschia plioveterana* met sterk gepunteerde striae

- De groep van het brak/zoete soorten is ondanks het geringe aantal soorten het meest talrijk aanwezig in beide stalen.
In MP02 domineren de plankters *Actinocyclus normanii* en *Cyclotella striata* (zie voorblad). In MP03 maken de zwevende draden van *Skeletonema subsalsum* 37% uit van het totale monster. Aangezien *Skeletonema* bijzonder zwak vertegenwoordigd is, zijn determinaties van de afzonderlijke soorten veelal problematisch.
De onderhavige soort is gedetermineerd met Hasle en Evensen (1975 en 1976). Zij onderscheiden *S. subsalsum* van *S. potamos* en *S. costatum* door de ronde perforatie aan de basis van de uitsteeksels (Foto 4: pijl rechtsboven en linksonder). *S. subsalsum* heeft holle ronde uitsteeksels (pijl linksboven) en bij *S. costatum* hebben deze een opening in de lengterichting. Daarnaast zou *S. potamos* een soort zijn van het eutrofe langzaam stromende rivieren met zoet water. *S. costatum* is een uitgesproken mariene soort en *S. subsalsum* is volgens Hasle en Evensen (1975 en 1976) een talrijke bewoner van de benedenloop van rivieren en het brakke estuarium. Ook Krammer en Lange-Bertalot (1991a) trekken deze conclusie.

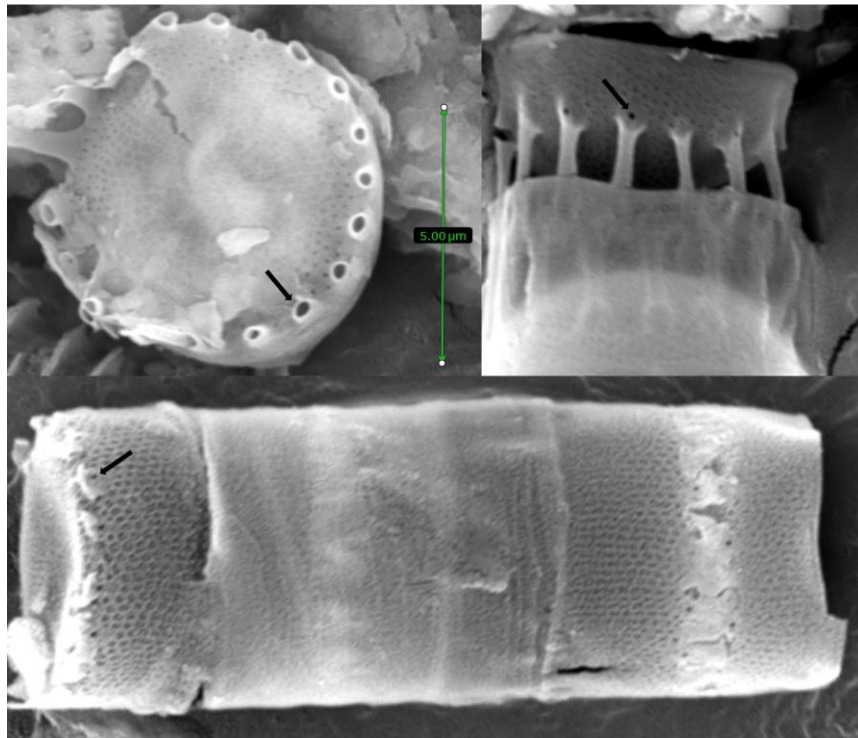


Foto 4. *Skeletonema subsalsum*

Van de substraat gebonden soorten van het zoet-brakke water is alleen *Tryblionella salinarum* algemeen in staal MP03.

- Soorten van het zoete water zijn uitsluitend aangetroffen in het onderste staal. Hierbij zijn drie planktonische soorten (w.o. *Aulacoseira ambigua*, foto 5) en drie substraat gebonden soorten aangetroffen in lage aantallen.

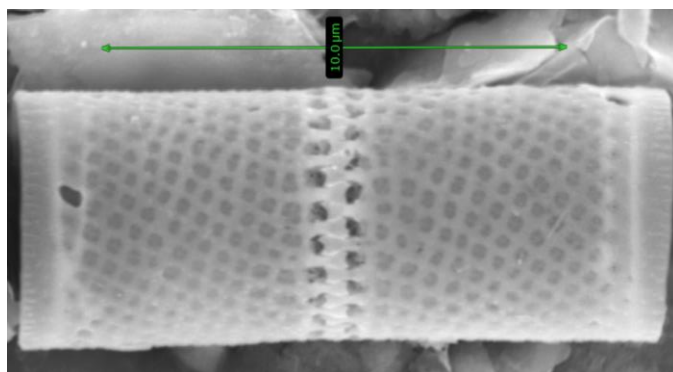


Foto 5. *Aulacoseira ambigua*

3.2. Plaatsing van de lagen in het landschap

In tabel 2 is de verdeling van de soorten in de stalen berekend over de “niches” zoals beschreven in Vos en de Wolf (1993a) aan de hand van het overzicht in tabel 1.

Tabel 2. Verdeling van de aangetroffen soorten in de tellingen over de afzonderlijke niches (Vos en de Wolf (1993a))

Stalen ↓ Niches →	marien plankton	marien tychoplankton	marien epipelon	marien/brak epipsammon	marien/brak epipelon	marien/brak epiphyten	marien/brak aërofiel	brak plankton	brak/zoet plankton	brak/zoet tychoplankton	brak/zoet epiphyten	brak/zoet aërofiel	zoet plankton	zoet epiphyten	zoet epipelon
MP02	6	25	1	4	4	1	1	43	5	1	2	7	0	0	0
MP03	2	4	0	2	32	1	0	9	42	0	0	2	2	1	3

De stalen MP02 en MP03 vertonen grote verschillen.

In MP02 domineert het mariene en brakke (tycho)plankton. Op basis hiervan kan worden afgeleid dat de afzetting ter plaatse grotendeels afkomstig is van materiaal dat van buitengaats is aangevoerd. Hierbij valt te denken aan materiaal dat tijdens zeer hoge vloed is afgezet. Op basis van de interpretatie van Vos en de Wolf (1993) behoort een dergelijke verdeling van dominante niches bij een estuarine getijdegeul die gelegen is onder het getij. Mogelijk kan hier nog een aanzienlijk aandeel marien/brak epipsammon en brak/zoet plankton zijn bijgemengd. Dat is hier niet het geval.

Wat afwijkt van het genoemde overzicht, is het aandeel van brak/zoet aërofiel (7%). Dit aandeel wordt gevormd door *Luticola* gr. *mutica*. (Levkov, et al., 2013). Welke soort het bij nadere bestudering ook zal blijken te zijn, aangenomen kan worden dat deze schaaltsjes van lokale herkomst zijn. De aërofiele levenswijze van de soorten uit dit geslacht (Krammer en Lange-Bertalot, 1986) ondersteunt de interpretatie dat de bulk van dit materiaal bij zeer hoog water is afgezet op een doorgaans boven water gelegen locatie.



Foto 6. *Luticola* gr. *mutica*, met kenmerken (combinatie: lengte, raphe-uiteinden, striae dichtheid 26/10 µm) die niet overeenkomen met de soorten beschreven in Levkov et al. (2013).

In MP03 domineren de niches marien/brak epipelon en brak/zoet plankton (vrijwel alleen *Skeletonema subsalsum*). Bij dominantie van

marien/brak epipelon is volgens Vos en de Wolf (1993) alleen sprake bij slikplaten in de getijdezone. Een combinatie met brak/zoet plankton staat daar niet bij de mogelijkheden. Zelfs dominantie van brak/zoet plankton is in dat overzicht geen optie. Het maximale aandeel in die niche bedraagt slechts 25% (voor lagunes zonder getij). Een hogere aandeel plankton is bij Vos en de Wolf (1993) wel mogelijk in de categorie zoet plankton. Een deel van deze discrepantie kan ontstaan door het ontbreken van *Skeletonema subsalsum* in de lijst van Vos en de Wolf (1993).

Een andere optie kan zijn om *S. subsalsum* in te delen bij het zoete plankton. In figuur 2 is de verspreiding in Nederland weergegeven en daaruit blijkt dat de soort voorkomt in 3 clusters met brakwater (Eems-estuarium, Kop van Noord-Holland en omgeving Rotterdam). De overige locaties zijn hoofdzakelijk zoete plassen, rivieren en kanalen.



Figuur 2. Verspreidingskaart van *Skeletonema subsalsum* in Nederland binnendijks

(<https://www.waterkwaliteitsportaal.nl/WKP.WebApplication/Beheer/Data/Limno>)

Hoe de zoutpreferentie van *S. subsalsum* ook wordt geïnterpreteerd, op basis van de literatuur (Hasle en Evensen, 1975 en 1976; Krammer en Lange-Bertalot, 1986) kan worden aangenomen dat *S. subsalsum* een rivierbewoner is die doordringt tot in het brakke water en niet vanuit het estuarium de rivier koloniseert. Op basis van de dominante niches in MP03, kan aannemelijk worden gemaakt dat de afgezette kleilaag afkomstig is van slikken benedenstrooms in een brak milieu. Ook hier zijn schalen aangetroffen van de aërofiële soort behorend bij *Luticola*

gr. mutica ter ondersteuning dat de klei gedurende een zeer hoog water is afgezet. Ook het vrijwel ontbreken van “echte” zoete soorten wijst daarop.

3.3. Vergelijking met de huidige situatie

Muylaert et al., (2000) hebben een overzicht gemaakt van het plankton in de Schelde vanaf de bovenloop tot aan de uitmonding in de Westerschelde. Zij onderscheiden 3 trajecten (figuur 3):

1. Bovenloop
2. Zoetwatergetijde rivier
3. Brakwatergetijde rivier

Het huidige onderzoek heeft plaatsgevonden in traject 2 zoetwatergetijde rivier. In tabel 3 worden de resultaten van Muylaert et al (2000) vergeleken met die uit stalen MP02 en MP03.



Figuur 3. Schelde anno 1712 (Fricx'kaart op geopunt.be)

Tabel 3. Vergelijking plankton in het recente verleden (1996; Muylaert et al., 2000) met dit onderzoek

Soorten ↓ Bron →	Muylaert et al. 2000			MP02	MP03
	1	2	3	2	2
Traject (figuur 3)					
Skeletonema potamos	X				
Aulacoseira granulata	X				
Aulacoseira subborealis	X				
Actinocyclus normanii	X			X	+
Asterionella formosa	X				
Cyclotella meneghiniana	X				
Cyclotella scaldensis	X				+
Fragilaria ulna	X				
Melosira varians	X				
Stephanodiscus hantzschii	X				
Chaetoceras subtilis		X			
Cyclotella choctawatcheana		X			
Thalassiosira decipiens		X			
Thalassiosira lineata		X			
Thalassiosira rotula		X			
Cyclostephanos dubius		X			x
Cyclotella atomus		X			x
Melosira nummuloides		X			
Thalassiosira pseudonana		X			
Dytilum brightwellii			X		
Odontella aurita			X		
Thalassiosira punctigera			X		
Raphoneis amphiceros			X	x	+
Thalassionema nitzschioides			X	+	+
Thalassiosira eccentrica			X	+	+
Thalassiosira proschkiniae			X		+
Cyclotella striata				X	X
Thalassiosira bramaputrae				X	+
Skeletonema subsalsum					X
Aulacoseira ambigua					+
Lindavia balatonis					+
Thalassiosira incerta					x
Thalassiosira profunda					+
Aantal soorten	10	6	7	6	15

Toelichting: Soorten in geel veld > 1000/ml (Muylaert et al., 2000). Soorten in groen en X > 5%; x > 1%; + < 1%. Blauwe blok = traject 1; Gele blok = traject 2; Rode blok = traject 3; Groene blok = uitsluitend in MP02 en of MP03.

Wat in tabel 3 in het oog springt, is dat de overeenkomst tussen het recente verleden en de stalen ver te zoeken is. Van de 23 soorten uit het onderzoek van Muylaert et al. (2000) zijn er slechts 8 tijdens dit onderzoek aangetroffen, naast 7 soorten die Muylaert et al (2000) niet hebben aangetroffen. Ook hun 5 meest abundante soorten (geel) vertonen geen overeenkomst met de 4 meest talrijke soorten (groen) uit dit onderzoek. Van deze soorten zijn alleen van *Cyclotella atomus* meerdere schalen gevonden tijdens dit onderzoek. Van *C. scaldensis* is slechts een halve schaal aangetroffen (foto 7) Kijken we per riviertraject, dan zien we dat de bovenloop en zoetwatergetijde traject in totaal 4 soorten gemeen hebben met dit onderzoek. Het brakke getijdetraject heeft 4 gemeenschappelijke soorten. Het meest opvallende is dat 3 van de 4 meest talrijke soorten uit dit onderzoek ontbreken in Muylaert et al. (2000). Hiervan is *Cyclotella striata* de uitgesproken soort van brak water, terwijl de overige 2 soorten kenmerkend zijn voor brak/zoet plankton. Van de overige 4 soorten zijn *Aulacoseira ambigua* en *Lindavia balatonis* soorten van zoet water en *Thalassiosira incerta* en *T. profunda* soorten van brak water (Pals en Vercoetere, 2008). Bij de bespreking van de niches kwam al ter sprake dat de samenstelling in de onderste laag wijst op een situatie met slikken in brak water, terwijl de locatie in de huidige situatie wordt gekenschetst als zoetwatergetij. Ook bij het plankton wordt een aanwijzing gevonden dat de afzettingen meer een weerspiegeling zijn van een situatie benedenstrooms.

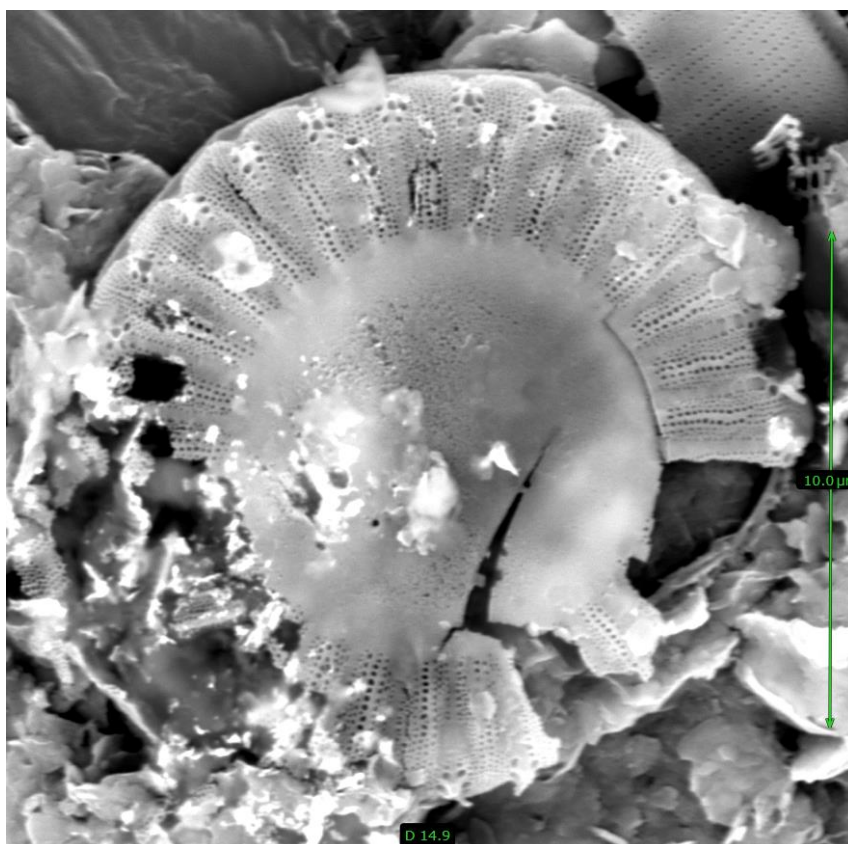


Foto 7. *Cyclotella scaldensis*, enig aangetroffen schaaldeel in het onderste staal.

4. Discussie

De kleiafzettingen waarin de stalen zijn genomen, worden geacht te zijn afgezet gedurende een periode met uitzonderlijk hoogwater. Als consequentie brengt dit met zich dat het materiaal van elders afkomstig is. Zo zou een calamiteuze afvoer van de Schelde een afzetting met rivierklei tot gevolg hebben en bij een extreme vloed zou veel materiaal tot afzetting komen dat afkomstig is van het estuarium. Nu hebben we in tabel 1 gezien dat vrijwel alle soorten kenmerkend zijn voor zoet/brak – marien milieu en dat soorten van zoet water vrijwel ontbreken. Dit terwijl het recent verzamelde levende plankton (Muylaert et al., 2000) de Schelde ter hoogte van de stalen kenmerkt als een zoetwatergetijde rivier. Ook de vondst van een aërofiële soort behorend tot *Luticola* gr. *mutica* bevestigt de aanname dat allochtoon materiaal is afgezet op een locatie die normaal gesproken boven water ligt.

We hebben gezien dat de bovenste laag wordt gedomineerd door een beperkt aantal planktonisch levende soorten, afkomstig van zee en brak milieu. Deze soorten doen het goed in diep water omdat ze geen concurrentie hebben van sessiele soorten, die voor hun licht afhankelijk zijn van ondiepe slikken en oeverzones.

In de onderste laag zien we wel een aanzienlijk aandeel van soorten die leven op slikken in het intergetij. De biodiversiteit is veel hoger en soorten die kenmerkend zijn voor brak water komen in plaats van soorten uit zee.

Het kleipakket (24 cm) wordt geacht te zijn afgezet tussen de 16^e en 18^e eeuw (Bruggeman en van Buggenhout, 2019). Dit kan worden afgeleid uit de almaar stijgende hoogwatermetingen in Antwerpen. De opgraving ligt rond 5,50 en pas in de 16^e eeuw worden dergelijke hoge waterstanden in Antwerpen waargenomen (Coen, 2008).

Het heeft er alle schijn van dat het Schelde estuarium in enkele eeuwen is veranderd van een gevarieerd landschap van slikken en getijdegeulen naar een diepe en uniforme vaarweg waarbij uitgestrekte ondiepe vlakten schaars zijn geworden en de gradiënt marien naar zoet sterk is ingekort.

Een dergelijke verandering is goed te plaatsen in een tijdperk vanaf de eerste industriële revolutie (begin 19^e eeuw) met grootschalige waterbouwkundige werken. Hoe deze ontwikkeling in de 16^e-18^e eeuw tot stand is gekomen, wordt uitgebreid behandeld door Coen (1988, 2008):

“Nadat rond 700 de Schelde via de Oosterschelde naar zee ging afwateren, duurt het nog tot 1000-1200 voordat de Westerschelde een estuarium wordt en rond 1300 verliest de Oosterschelde zijn afwaterende betekenis en wordt de Westerschelde het definitieve afwateringssysteem. Dit gaat gepaard met de inundatie en verdrinking van

grote gebieden zoals Saeftinge in 1570. Anderzijds worden er in deze periode ook grote gebieden ingepolderd (Sloe, de Agger, Borssele, Hontenissen en de Braakman). Dit heeft enerzijds tot gevolg dat een enorm oppervlak aan slikken verdwijnt en anderzijds worden door de afgenomen berging de geulen verbreed en verdiept waarbij de eilandresten door de stromingen worden opgeruimd.”

5. Conclusies

- Onderste staal eis en weerspiegeling is van de periode vóór de grootschalige inpolderingen vanaf de 16^e eeuw. Een estuarium met enorme oppervlakten aan intergetij.
- Bovenste staal, als een estuarium gedomineerd door diepe geulen, waar slikken nauwelijks van belang zijn.
- Het onderste staal bevat een waardevol archief over de levensgemeenschap van diatomeeën in het nog natuurlijke estuarium van de Schelde.
- Uit dit onderzoek blijkt hoe groot de invloed is geweest van de inpolderingen vanaf de 16^e eeuw op deze algen en daarmee op de gehele levensgemeenschap waarvan zij als voedsel aan de basis staan. Die levensgemeenschap moet destijds vergelijkbaar zijn geweest met die in de huidige Waddenzee, met zijn droogvallende slikken.
- Vormt deze informatie over het natuurlijke Schelde estuarium een duidelijke richtlijn voor het herstel van deze unieke natuur. Paleo-ecologie en natuurontwikkeling:
Als je weet waar je vandaan komt, weet je ook waar je heen moet!

6. Literatuur

- Bijkerk, R., (ed.), 2014 Handboek Hydrobiologie. Biologisch onderzoek voor de ecologische beoordeling van Nederlandse zoete en brakke oppervlaktewateren STOWA rapport 2010-28
- Bruggeman, J., Buggenhout, J. van, 2019 Archeologierapport Burcht (Zwijndrecht) - Kaaiplein All-Archeo Rapprt 2019F1: 76 pp.
- Coen, I., 1988 Ontstaan en ontwikkeling van de Westerschelde Colloquium 1-2 december 1988 156:163
- Coen, I., 2008 De eeuwige Schelde? Ontstaan en ontwikkeling van de Schelde Rapport Waterbouwkundig Laboratorium 1933-2008 118 pp
- Hasle, G.R., Evensen, D.L., 1975 Brackish-water and fresh-water species of the diatom genus *Skeletonema* Grev. 1. *Skeletonema subsalsum* (A. Cleve) Bethge *Phycologia* 14(4): 283-297
- Hasle, G.R., Evensen, D.L., 1976 Brackish water and freshwater species of the diatom genus *Skeletonema* II *Skeletonema potamos* comb. Nov. *J. phycol.* 12: 73-82
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1986 Bacillariophyceae 1. Teil: Naviculaceae In: Süßwasserflora von Mitteleuropa H. Ettl, J. Gerloff, ea (eds.) 2/1: 876 pp.
- Krammer, K., Lange-Bertalot, H., 1991 Bacillariophyceae 3. Teil: Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae In: Süßwasserflora von Mitteleuropa H. Ettl, J. Gerloff, ea (eds.) 2/3: 576 pp.
- Levkov, Z., Metzeltin, D., Pavlov, A., 2013 *Luticola* and *Luticolopsis* Diatoms of Europe 7: 1-698
- Muylaert, K., Sabbe, K., Vijverman, W., 2000 Spatial and temporal dynamics of phytoplankton communities in a freshwater tidal estuary (Schelde, Belgium) *Estruarine, Coastal and Shell Science* 50: 673-687
- Pals, A., Vercoutere, B., 2008 Bepalen van het maximaal ecologisch potentieel en het goede ecologische potentieel voor het waterlichaam Antwerpse havendokken en Schelde-Rijn verbinding Haskoning Rapport K2086: 192 pp.
- Vos, P. de, Wolf, H. de, 1993 Diatoms as a tool for reconstructing sedimentary environments in coastal wetlands; methodological aspects *Hydrobiologia* 269: 285-296

Bijlage 1: Basisgegevens

Bijlage 1: Basisgegevens

Soorten ↓ Staal →	MP02	MP03	Soorten ↓ Staal →	MP02	MP03
Actinocyclus normanii	28	+	Navicula reichardtiana		+
Actinoptychus senarius		+	Navicula spec. 621.1	1	
Amphora copulata		1	Nitzschia 1060-01		+
Amphora pediculus		+	Nitzschia 1060-02		+
Aulacoseira ambigua		1	Nitzschia 1060-03		+
Auliscus sculptus		+	Nitzschia 1060-04		1
Bacillaria paxillifer	1	1	Nitzschia 183/4 Witkowski et al, 2000		+
Berkeleya rutilans		1	Nitzschia clausii		1
Biremis lucens		+	Nitzschia fonticola		+
Caloneis amphisbaena f. subsalina		+	Nitzschia laevis	1	
Campylosira cymbelliformis		+	Nitzschia laevisima		+
Cocconeis 1059-1	1		Nitzschia liebetruthii		+
Cocconeis 1060-1		+	Nitzschia plioveterana		35
Cocconeis irregularis		+	Nitzschia sigma		+
Cocconeis placentula	1	+	Opephora marina		+
Cocconeis scutellum	1	1	Paralia sulcata	10	3
Coscinodiscus 1060-1		1	Parlibellus crucicula		+
Coscinodiscus 1060-2		+	Plagiogrammopsis crawfordi		+
Ctenophora pulchella		+	Plagiogrammopsis vanheurckii		+
Cyclostephanos dubius		2	Planothidium 1056-1	1	
Cyclotella atomus		4	Planothidium aff engelbrechtii	4	1
Cyclotella scaldensis		+	Planothidium aff granum		1
Cyclotella striata	54	17	Planothidium delicatulum		2
Cymatopleura librile		+	Planothidium dubium		+
Cymatosira belgica	19	2	Planothidium lanceolatum		+
Cymbella ref 638		+	Planothidium lemmermannii		+
Delphineis minutissima	9	+	Planothidium minutissimum		+
Delphineis surirella	16	4	Planothidium pumilum		1
Diploneis 1059-1	1		Psammodictyon panduriforme	1	
Diploneis 1060-1		+	Pseudopodosira westii	1	
Diploneis aestuari	+	+	Pseudostaurosira 1060-1		
Diploneis interrupta	2		Rhaphoneis amphiceros	3	1
Epithemia sorex		1	Rhoicosphenia abbreviata	2	
Fallacia pygmaea		2	Skeletonema subsalsum		69
Fragilaria cassubica		+	Staurosira aff 1060-1		+
Fragilaria famelica	3		Staurosirella martyi	1	
Gyrosigma acuminatum		4	Staurosirella pinnata	1	
Gyrosigma attenuatum		2	Surirella brebissonii	2	2
Gyrosigma balticum		+	Surirella crumena		+
Gyrosigma eximium		3	Tabularia fasciculata		+
Gyrosigma fasciola		1	Thalassionema nitzschoides	1	1
Gyrosigma strigilis		+	Thalassiosira bramaputrae	10	1
Gyrosigma wansbeckii		+	Thalassiosira eccentrica	1	+
Hippodonta aff caotica	3		Thalassiosira incerta		5
Hyalosynedra laevigata		+	Thalassiosira profunda		+
Karayevia aff clevei	1		Thalassiosira proschkinae		+
Lindavia balatonis		1	Trachysphenia acuminata		+
Luticola mutica	14	3	Tryblionella 187-1 Witk. ea 2000		1
Navicula 1060-1		+	Tryblionella angustatula		+
Navicula arenaria		+	Tryblionella apiculata		2
Navicula erifuga		+	Tryblionella compressa	1	+
Navicula flanatica		+	Tryblionella granulata	1	
Navicula gregaria		8	Tryblionella navicularis	2	+
Navicula peregrina	1		Tryblionella salinarum	1	13
Navicula perminuta		+	Totaal aantal individuen	200	200
Navicula phyllepta		+	Totaal aantal taxa	36	88

