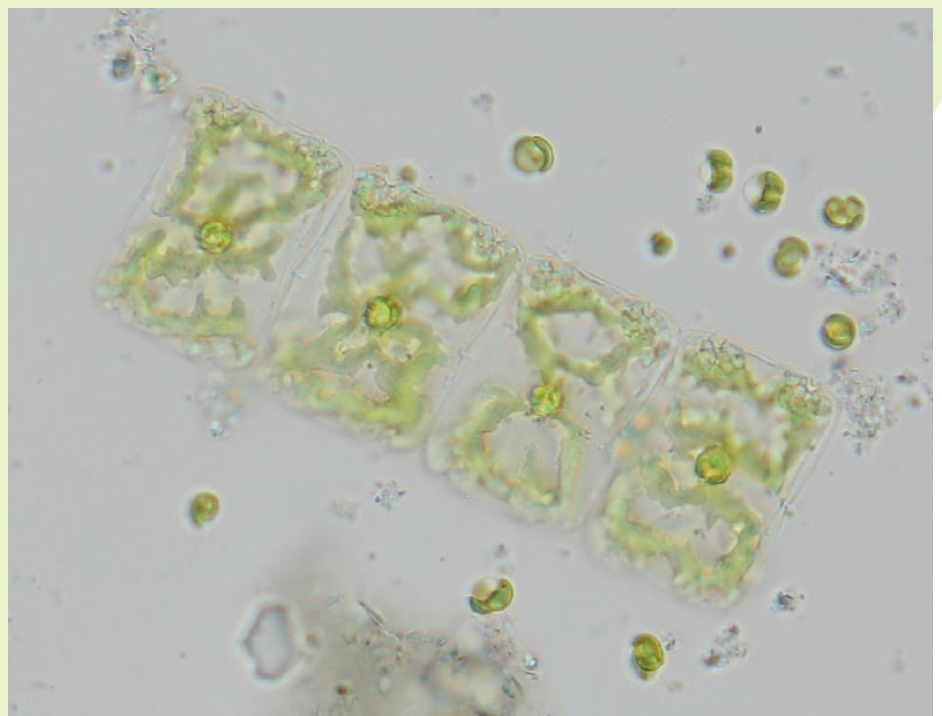


# Fytoplanktonontwikkeling De Kier

Effectrapportage 2018-2021



G.L. Verweij  
C.A. Bultstra



**Bureau Waardenburg bv**  
Ecologie & landschap



# Fytoplanktonontwikkeling De Kier

Effectrapportage 2018-2021

G.L. Verweij  
C.A. Bultstra



## Fytoplanktonontwikkeling De Kier

Effectrapportage 2018-2021

Ing. G.L.Verweij, Ing. C.A.Bultstra

Status uitgave: Definitief

Rapportnummer:	22-122
Projectnummer:	20-0759
Datum uitgave:	21 juli 2022
Foto's omslag:	Meuniera membranacea; B. Sanjabi - Bureau Waardenburg bv
Projectleider:	Ing. G.L. Verweij
Tweede lezer:	A. van den Oever Bsc
Naam en adres opdrachtgever:	Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening Postbus 17, 8200 AA Lelystad
Referentie opdrachtgever:	Zaaknr. 31161272 / BM 22.13
Akkoord voor uitgave:	Ir. G.H. Bonhof
Paraaf:	

Graag citeren als: Verweij, G.L., C.A. Bultstra. 2022. Fytoplanktonontwikkeling De Kier. Effectrapportage 2018-2021. Rapport 22-122. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: fytoplankton, de Kier, Haringvliet, effectrapportage

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.

Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / RWS-CIV

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg, Varkensmarkt 9 4101 CK Culemborg, 0345 51 27 10, [info@buwa.nl](mailto:info@buwa.nl), [www.buwa.nl](http://www.buwa.nl)



## Voorwoord

Op 16 januari 2019 stonden de Haringvlietsluizen voor het eerst op een kier. Met deze maatregel wordt het Kierbesluit uit het jaar 2000 uitgevoerd. De maatregel heeft als doel de vismigratie en het ecosysteem van het estuarium te verbeteren. Via de Kier stroomt zout water het Haringvliet binnen. Het veranderen van de zoet-zout gradiënten zal effect hebben op alle niveaus van het ecosysteem. Om deze effecten goed te volgen en hiervan te leren en zo nodig het beheerregime van de Haringvlietsluizen bij te stellen is het van belang een nulpunt te hebben waaraan de effecten gerelateerd kunnen worden. In de *“Nulrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta ‘Lerend implementeren Kierbesluit’ 2009-2018”* (B. Reeze et al, 2020) is hier invulling aan gegeven.

In de bovengenoemde nulrapportage is het proces van veranderingen in voedselwebverband en in de ecologische samenhang beschreven. In de voorliggende rapportage wordt specifiek ingegaan op de fytoplanktongemeenschap in de periode 2018-2020 op vijf hiervoor geselecteerde monsterlocaties, vier in het Haringvliet en een in de Voordelta. Er wordt een vergelijking gemaakt tussen de verschillende meetjaren (2018-2021) voor wat betreft de fytoplanktongemeenschap in relatie tot de verzilting van het Haringvliet.

De voor deze effectrapportage gebruikte analysegegevens zijn dit jaar en in de voorgaande jaren aan RWS-CIV opgeleverd (Bultstra & Sanjabi 2021; 2022, van den Oever et al, 2019; 2020; 2021 en 2022). De data-analyse en rapportage is uitgevoerd door Ing. C.A. Bultstra en Ing. G.L.Verweij. Ing. R. M. van Wezel (Rijkswaterstaat CIV) leverde commentaar op eerdere versies van deze rapportage.

De inhoudelijke begeleiding vanuit Rijkswaterstaat berustte bij R.M. van Wezel. Binnen Bureau Waardenburg was ing. G.L. Verweij verantwoordelijk voor de projectcoördinatie. De projectleiding was in handen van G.L. Verweij.



# Inhoud

<b>Voorwoord</b>	<b>4</b>
<b>Samenvatting</b>	<b>6</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1 Vraagstelling	7
1.2 Verwachte effecten Kierbesluit op het fytoplankton	7
<b>2 Materiaal en Methode</b>	<b>9</b>
2.1 Meetlocaties	9
2.2 Monsternamen	10
2.3 Soortgroepen en milieuvoorkeur	10
<b>3 Resultaten</b>	<b>11</b>
3.1 Saliniteit	11
3.2 Soortensamenstelling en abundantie fytoplankton	12
<b>4 Effectanalyse</b>	<b>14</b>
4.1 Saliniteit	14
4.2 Fytoplankton	14
<b>5 Discussie</b>	<b>20</b>
<b>6 Conclusie en Aanbevelingen</b>	<b>21</b>
<b>Literatuur</b>	<b>22</b>
<b>Bijlage I</b> <b>Maandgemiddelde dichtheden</b>	<b>23</b>
<b>Bijlage II</b> <b>Zomergemiddelden fytoplankton HARVSS en GOERE2</b>	<b>25</b>



## Samenvatting

Op 16 januari 2019 stonden de Haringvlietsluizen voor het eerst op een kier. Met deze maatregel wordt het Kierbesluit uit het jaar 2000 uitgevoerd. De maatregel heeft als doel de vismigratie en het ecosysteem van het estuarium te verbeteren. Het veranderen van de zoet-zout gradiënten zal effect hebben op alle niveaus van het ecosysteem waaronder de ontwikkeling van de fytoplanktensamenstelling. In deze rapportage wordt ingegaan op de veranderingen in de fytoplanktensamenstelling in relatie tot de saliniteit.

Sinds 2018 wordt op vijf locaties de fytoplanktengemeenschap bemonsterd. De monsters worden genomen op één locatie in de Voordelta (Kier 1) en vier in het Haringvliet (Kier 2 t/m 5). Dit zijn nieuwe, aanvullende meetpunten naast de gebruikelijke meetpunten in het Haringvliet (HARVSS) en de Voordelta (GOERE2) die bemonsterd worden in het kader van de MWTL-monitoring. De meerjareengegevens van HARVSS en GOERE2 worden ter vergelijking meegenomen in de discussie en conclusie.

De effecten van een verandering in saliniteit op de soortensamenstelling van het fytoplankton is getoetst door naast de verandering in saliniteit, ook de verandering van verschillende parameters te toetsen. Er is gekeken naar veranderingen in de Chlorofyl-a waarden, de dichtheden fytoplankton in cellen/liter, het aantal aangetroffen taxa en de Shannon diversiteitsindex.

Op alle vijf locaties lijkt de saliniteit niet te zijn veranderd. In de oppervlaktelaag is ten opzichte van 2018 een afname te zien van het chlorofyl-a, en de dichtheid aan fytoplankton in 2019, 2020 en 2021. Het aantal aangetroffen taxa is in de verschillende meetjaren min of meer gelijk. De diversiteit lijkt op KIER 1 af te nemen en op de overige locaties toe te nemen. In de bodemlaag is min of meer eenzelfde beeld zichtbaar. De zomergemiddelde dichtheden van potentieel toxische dinoflagellaten in 2021 zijn over het algemeen hoger dan in 2020, maar nog altijd lager dan in de meetjaren 2018 en 2019. *Phaeocystis* is alleen waargenomen op locatie Kier 1.

Op basis van de huidige saliniteitsgegevens kan een verzilting van het Haringvliet niet worden aangetoond. De veranderingen in de fytoplanktensamenstelling kunnen daarmee niet direct worden gerelateerd aan een verandering van de saliniteit. Als de fytoplanktongegevens van de Kier-locaties worden vergeleken met de langjarige fytoplanktonreeks van Haringvlietssluis kan worden gesteld dat geconstateerde veranderingen in dichtheden van het fytoplankton de jaarlijkse fluctuaties volgen. Toch lijkt er zich een lichte toename van taxa van brakke milieus af te tekenen. Mogelijk is deze toename een gevolg van periodieke fluctuaties in saliniteit door het kieren.



# 1 Inleiding

## Achtergrond

Het Haringvliet is van oorsprong een natuurlijke zeearm. Door de afsluiting van het Haringvliet in 1970 verdwenen het zoute water, de natuurlijke getijdenstromingen en werd de getijslag gereduceerd. Hiermee verdwenen ook de bijbehorende natuurwaarden uit het gebied. Om de oorspronkelijke natuurwaarden terug te brengen zijn in de afgelopen decennia veel onderzoeken uitgevoerd. Uiteindelijk is er voor gekozen de sluisen in beperkte mate open te stellen. Dit is vastgelegd in het Besluit Beheer Haringvlietssluisen (RWS, 2000) in de volksmond 'Kierbesluit'. Door openstelling van de sluisen stroomt er zeewater in het Haringvliet. Om dit mogelijk te maken, zijn compenserende maatregelen genomen om de zoetwatervoorziening voor de omliggende functies (drinkwater, landbouw) te borgen.

## 1.1 Vraagstelling

Op 16 januari 2019 stonden de Haringvlietssluisen voor het eerst op een kier. Via de kier komt zout water in het Haringvliet. Het veranderen van de zoet-zout gradiënten zal effect hebben op alle niveaus van het ecosysteem waaronder de ontwikkeling van de fytoplanktonassemblage. In deze rapportage wordt ingegaan op de veranderingen in de fytoplanktonassemblage in relatie tot de saliniteit in de jaren 2018 tot en met 2021.

## 1.2 Verwachte effecten Kierbesluit

De effecten van het openen van de Haringvlietssluisen zullen naar verwachting geen tot nauwelijks effect hebben op de situatie in de Voordelta. De effecten zullen vooral zichtbaar zijn in het Haringvliet. De mogelijke biotische en abiotische effecten zijn uitgebreid beschreven in de Nul rapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren Kierbesluit' (B. Reeze *et al.* 2020). In de voorliggende rapportage wordt alleen ingegaan op de effecten met betrekking tot de saliniteit en de fytoplanktongemeenschap.

### Beknopt overzicht te verwachten effecten fytoplankton

Er zal zout water worden ingelaten op de momenten dat dit zoute water te beheersen is, dat wil zeggen, bij hogere afvoeren van zoet water (zogenoemde Bovenrijnafvoer). Dit is met name het geval in de winterperiode: november-maart. De bovenste laag (tot 8 meter diepte) kan dan bij elke getijdenbeweging worden verversd met rivierwater. In de diepere delen (>8 meter) nabij de Haringvlietdam blijft brak tot zout water langdurig aanwezig. Hoe ver oostelijk het brak-zoutwater in de diepere delen beheerst achter kan blijven is nog onbekend. Er ontstaat geen ondiepe brakwaterzone in het Haringvliet, deze is wel aanwezig in de Voordelta.

Bij lagere afvoeren (Bovenrijnafvoer <1.100 m<sup>3</sup>/s) wordt er niet gespuid en is de Kier gesloten. Voorafgaand aan het sluiten van de sluisen bij zowel eb als vloed moeten ook de diepere putten zoet gespoeld worden. Dit spoelen gaat tot een diepte tot 8 meter goed, in



de diepere delen is zoetspoelen lastiger en zal het langer duren om het zoute/brakke water weg te krijgen. Hoe lang de diepere delen moeten worden gespoeld wordt nog onderzocht. Het zoetspoelen is nodig om te voorkomen dat de bovenlaag (0-5 meter) zout wordt (Chloridegehalte >150 mg/l). Vanuit de diepe putten diffundeert het zout vrij langzaam naar boven (orde van grootte: weken). Eenmaal in de bovenlaag verspreidt het zout zich veel sneller, afhankelijk van de omstandigheden; met name de windkracht en -richting zijn hierin bepalend (orde van grootte: dagen).

Als gevolg van het inlaten van zout water en het zoetspoelen zal sprake zijn van sterke wisselingen in het zoutgehalte (saliniteit), een toename van de turbiditeit (als gevolg van de veranderende stromingspatronen, o.a. dichtheid gedreven circulatie) en een afname van het doorzicht, met name in een beperkte zone direct ten oosten van de Haringvlietdam. Ook in de diepe putten nabij de Haringvlietdam zal sprake zijn van schommelingen in het zoutgehalte. Deze schommelingen zullen kleiner zijn op grotere diepte. Nabij de bodem blijft waarschijnlijk altijd een dunne laag brak tot zout water aanwezig.

Naar verwachting zal het fytoplankton in de ondiepe (oever)zones van het Haringvliet (0-3 meter diepte, m.u.v. de zone direct ten oosten van de Haringvlietdam) onveranderd blijven. De voornaamste effecten van het kierbeheer worden verwacht in het Haringvliet. Zo kunnen diverse (zoutwater)fyto- en zoöplankton-soorten met de vloedstroom (passief) het Haringvliet bereiken.

De toekomstige ontwikkeling van het fytoplankton is afhankelijk van de frequentie, de duur en het jaargetijde waarin de sluizen geopend zijn. Bij een hoge frequentie en duur van de openstelling zal het aandeel taxa van brakke en marien-brakke taxa toenemen. In delen waar zout en brak water langdurig aanwezig zijn kan zich mogelijk een stabiele brakke levensgemeenschap vestigen. Dit geldt met name voor de diepere delen (putten > 8 meter). Het milieu zal waarschijnlijk niet zo zout worden dat het geschikt wordt voor mariene taxa.

De periode in het jaar waarin de sluizen worden geopend, heeft invloed op het voorkomen van potentieel toxische taxa van het fytoplankton. De toxische taxa van mariene milieus bloeien voornamelijk in mei en kunnen bij het openen van de sluizen in het voorjaar het Haringvliet instromen.

In de tweede helft van het jaar treden over het algemeen geen bloeien van toxische taxa in het mariene milieu op, maar worden wel bloeien van blauwalgen in het Haringvliet waargenomen. Omdat deze blauwalgen slecht tegen zout water kunnen, is het waarschijnlijk dat met een toenemende saliniteit de bloei van deze soorten zal afnemen.

### **Leeswijzer**

In de inleiding wordt de onderzoeksvraag en de verwachte effecten van het Kierbesluit uiteen gezet. Vervolgens komen in hoofdstuk twee de gebruikte methoden aan bod waarbij naast de meetlocaties ook de soortgroepen en milieuvoorkeur worden besproken. Hoofdstuk drie geeft een beschrijving van de resultaten van de analyses waarna in hoofdstuk vier de effectanalyse wordt behandeld. Tenslotte volgen respectievelijk de hoofdstukken discussie en conclusie en aanbevelingen.

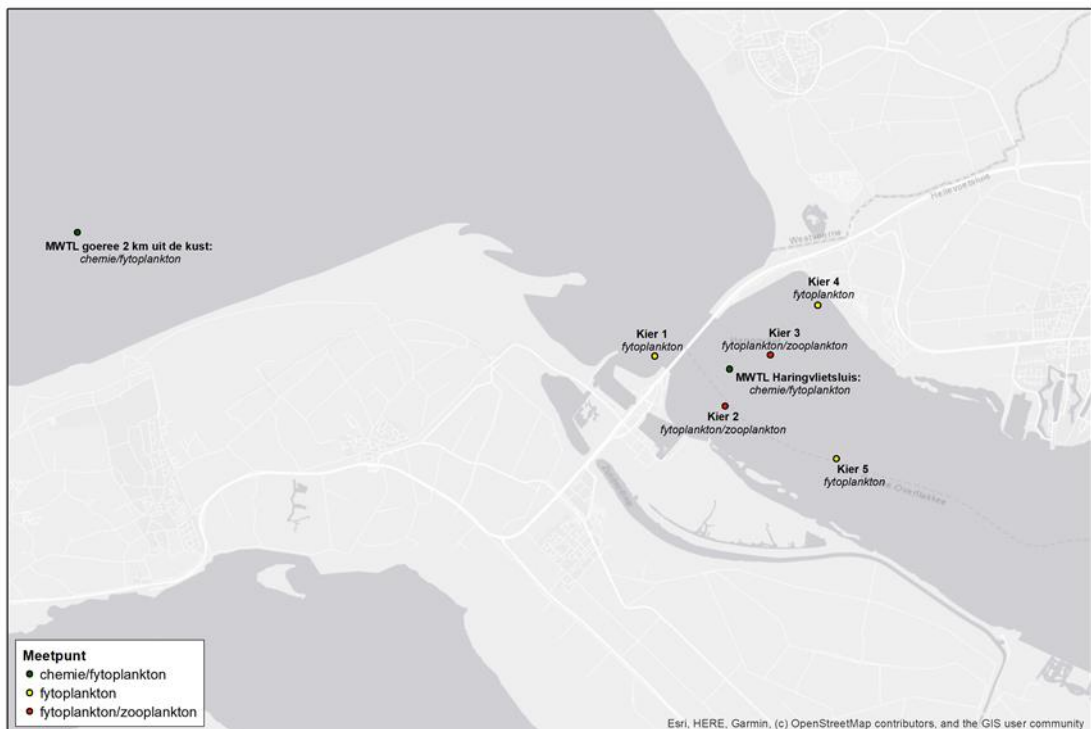




## 2 Materiaal en Methode

### 2.1 Meetlocaties

Sinds 2018 wordt op vijf locaties de fytoplanktongemeenschap bemonsterd. De monsters worden genomen op één locatie in de Voordelta (Kier 1) en vier in het Haringvliet (KIER 2 t/m 5). Dit zijn nieuwe, aanvullende meetpunten naast de gebruikelijke meetpunten in het Haringvliet (HARVSS) en de Voordelta (GOERE2) die bemonsterd worden in het kader van de MWTL-monitoring. De locaties zijn aangegeven op figuur 2.1. In deze rapportage worden alleen de analyseresultaten van de fytoplanktonmonsters van de locaties KIER 1 tot en met KIER 5 in beschouwing genomen. De meerjaren gegevens van HARVSS en GOERE2 worden ter vergelijking meegenomen in de discussie en conclusie.



*Figuur 2.1* Monsterlocaties in de Haringvliet-west. In deze rapportage worden de resultaten van de fytoplanktonanalyses van de locaties KIER 1 tot en met KIER 5 in beschouwing genomen.



Tabel 2.1 Water- en monsterdiepte (in cm beneden wateroppervlakte) op basis van saliniteitsmetingen periode 2018-2021

Locatie	Milieu	Max diepte (cm)	OW	BOD
KIER 1	Marien	- 986	- 100	- 800
KIER 2	Zoet	- 891	- 100	- 800
KIER 3	Zoet	- 880	- 100	- 800
KIER 4	Zoet	- 881	- 100	- 800
KIER 5	Zoet	- 1502	- 100	- 800

## 2.2 Monstername

### Saliniteit

De gegevens van de saliniteit zijn door RWS aangeleverd. De saliniteit is op dezelfde dagen als de fytoplanktonbemonstering bepaald. De bemonstering voor de saliniteit is op meerdere diepten in de waterkolom uitgevoerd (zie tabel 2.2);

- Wateroppervlakte (OW;  $\pm 100$  cm beneden wateroppervlak)
- Bodem (BOD;  $\pm 100$  cm boven bodem; effectief  $\pm 800$  cm beneden wateroppervlak)

In de meetjaren 2018 – 2020 werd ook de gehele waterkolom bemonsterd. ( $\pm$  elke 100 cm vanaf wateroppervlak een monster). In 2021 werd de saliniteit alleen bepaald in het wateroppervlakte en de bodem.

Tabel 2.2 Monsterlocaties, periode en bemonsteringsdiepte .

Locatie	Milieu	OW (cm – opp)	BOD (cm – opp)	Jaren	Maanden
KIER 1	Marien	$\pm 100$	$\pm 800$	2018-2021	maart - september
KIER 2	Zoet	$\pm 100$	$\pm 800$	2018-2021	maart - september
KIER 3	Zoet	$\pm 100$	$\pm 800$	2018-2021	maart - september
KIER 4	Zoet	$\pm 100$	$\pm 800$	2018-2021	maart - september
KIER 5	Zoet	$\pm 100$	$\pm 800$	2018-2021	maart - september

### Fytoplankton

Het fytoplankton is standaard op twee diepten bemonsterd, in de oppervlaktelaag (OW;  $\pm 100$  cm beneden wateroppervlak) en in de bodemlaag (BOD;  $\pm 100$  cm boven bodem; effectief  $\pm 800$  cm beneden wateroppervlak). In 2021 heeft de laatste bemonstering op 25 augustus plaats gevonden.

## 2.3 Soortgroepen en milieuvoorkeur

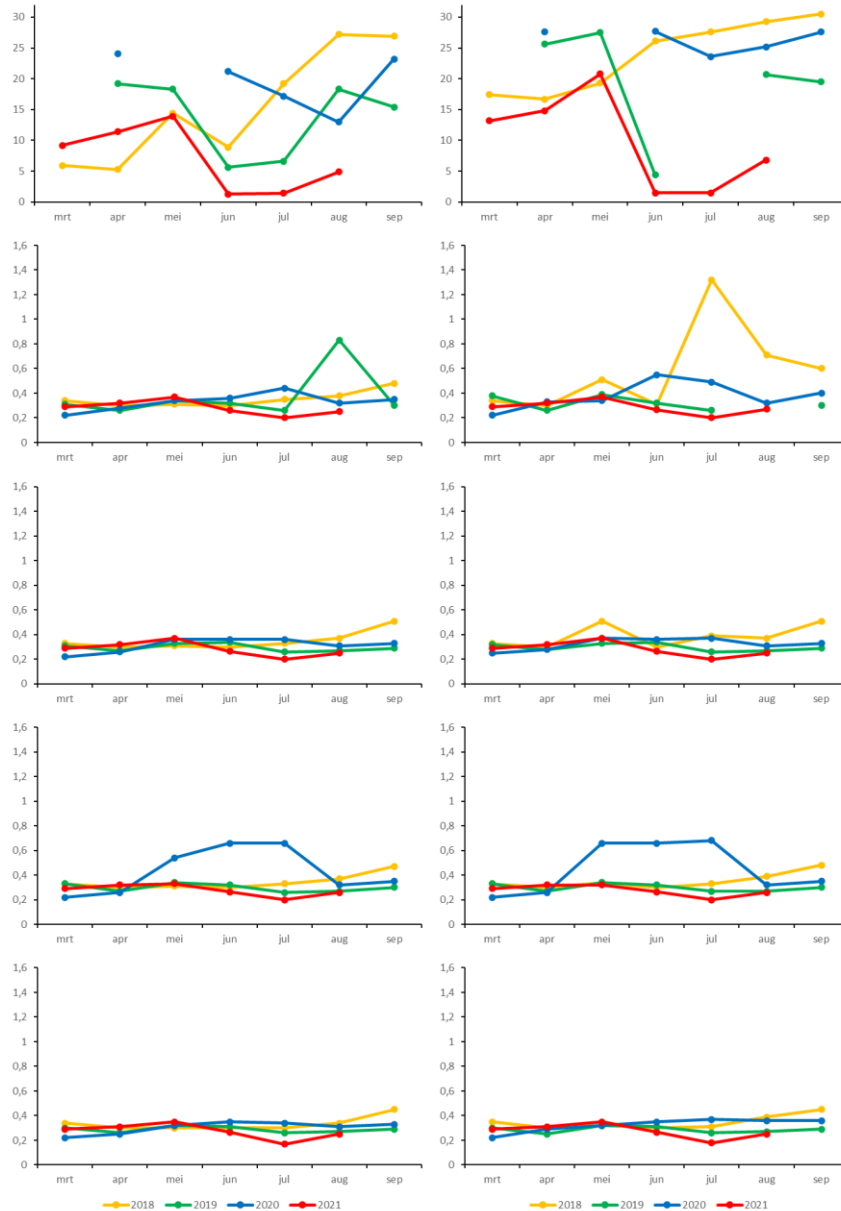
Om veranderingen in de fytoplanktongemeenschap te kunnen duiden zijn de taxa ingedeeld in een aantal groepen. Er is onderscheid gemaakt in taxonomische hoofdgroepen (Blauwalgen; Cryptophyceae; Diatomeeën; Dinoflagellaten; Groenalgen en Overig) en milieuvoorkeur (Marien; Marien-Brak; Brak; Brak-Zoet; Zoet; Indifferent). Ook is gekeken of de gevonden taxa gecategoriseerd konden worden als Plaagalg, Potentieel toxische alg en/of Exoot.



## 3 Resultaten

### 3.1 Saliniteit

De saliniteit fluctueert gedurende het jaar (figuur 3.1). De gemeten waarden hangen sterk samen met het openingsregime van de Haringvlietsluizen.



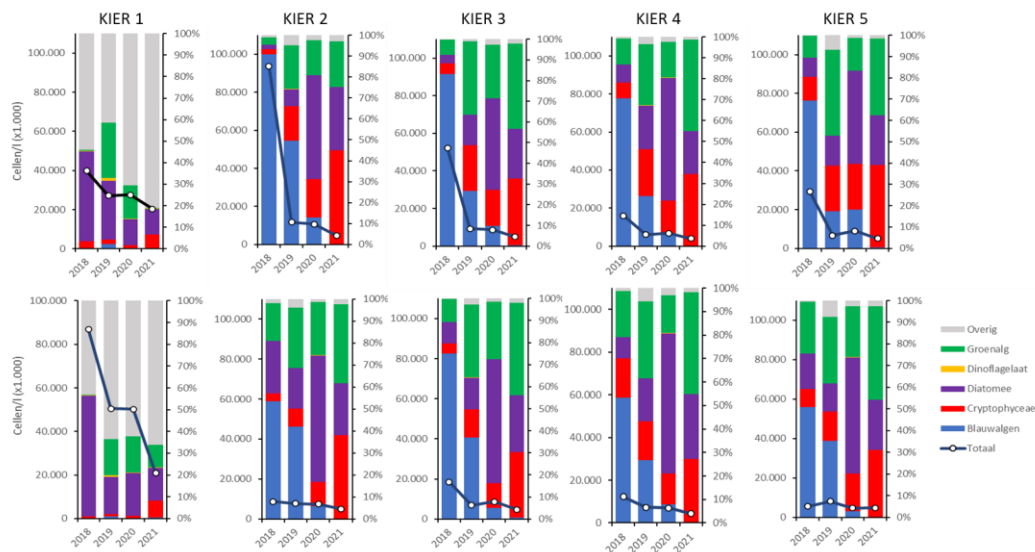
Figuur 3.1 Saliniteitswaarden (in m‰) van de locaties KIER 1 (boven) tot en met KIER 5 (onder) per maand in de oppervlaktelaag (links), de bodemlaag (rechts).



Op locatie KIER 1 kan de waterkwaliteit worden getypeerd als marien-brak (18-30 m‰). Over het algemeen zijn de saliniteitswaarden aan het eind van de zomerperiode het hoogst. In juni en juli 2019 en 2021 waren de saliniteitswaarden laag en kon de waterkwaliteit worden getypeerd als brak (1,8-9,0 m‰). Op de locaties KIER 2 – KIER 5 liggen de saliniteitswaarden over het algemeen tussen de 0,2 m‰ en de 0,6 m‰. Dit kan worden gekwalificeerd als zoet-brak water.

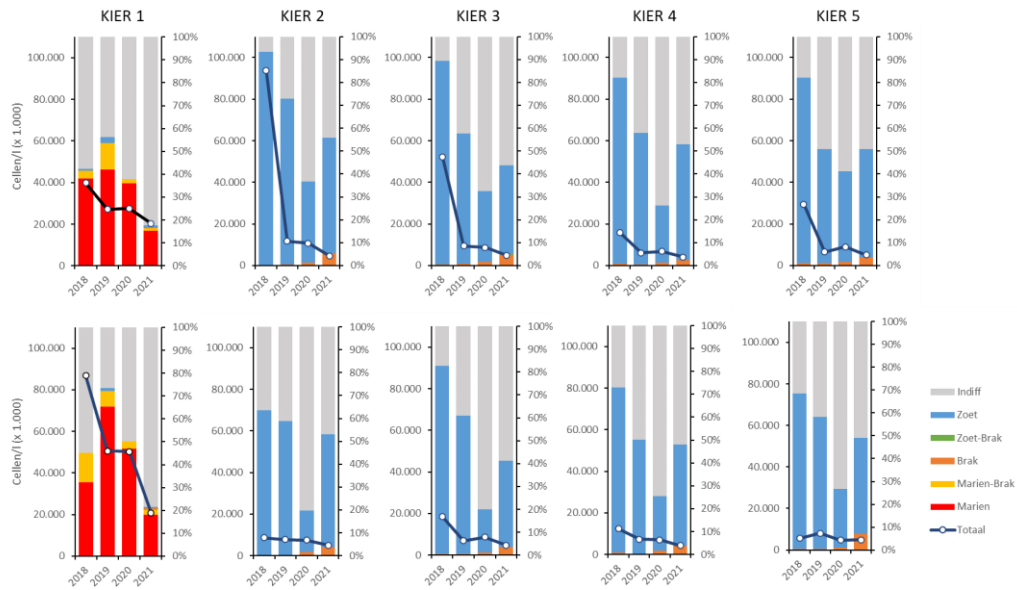
### 3.2 Soortensamenstelling en abundantie fytoplankton

De soortensamenstelling van de vijf Kier-locaties laat een jaarlijkse fluctuatie (Bijlage 1) zien, zowel in dichtheden in cellen per liter als in soortensamenstelling uitgedrukt in percentages van een zestal soortgroepen.



Figuur 3.2 Zomergemiddelde dichtheden fytoplankton (cirkel) in de **oppervlaktelaag** (boven) en **bodemlaag** (beneden) onderverdeeld in taxonomische hoofdgroepen (gekleurde balken, procentueel). Van links naar rechts de locaties KIER 1 tot en met KIER 5.

De zomergemiddelde dichtheden fytoplankton waren in 2018 zeer hoog (Figuur 3.2) De hoge dichtheden op de locaties KIER 2 tot en met KIER 5 in 2018 werden met name veroorzaakt door de bloei van blauwalgen in augustus en september waarbij dichtheden van  $>90 \times 10^6$  cellen per liter geen uitzondering waren (Bijlage I). In heel Nederland werden in deze periode extreme bloeien van blauwalgen waargenomen. De zeer warme zomer van 2018 was een van de oorzaken. Naast de temperatuur was ook de afvoer in deze periode laag. De spuisluizen hebben circa 5 maanden dicht gestaan waardoor er geen verversing van het water kon optreden. De bloei werd gedomineerd door soorten van het geslacht *Microcystis*. Andere potentieel toxische blauwalgen waren alleen in lage dichtheden aanwezig. In meetjaar 2021 werden nauwelijks blauwalgen aangetroffen.



Figuur 3.3 Zomergemiddelde dichtheden fytoplankton (cirkel) in de **oppervlaktelaag** (boven) en **bodemlaag** (beneden) onderverdeeld in milieuvoorkeur (gekleurde balken, procentueel). Van links naar rechts de locaties KIER1 tot en met KIER5.

Als de milieuvoorkeur van de aangetroffen taxa in ogenschouw wordt genomen zien we een gestage toename in het aandeel van taxa uit brakke milieus (Figuur 3.3). Ook op locatie HARVSS is het aandeel taxa van brakke milieus in 2021 toegenomen (Bijlage II; Figuur II.1).

Elk jaar worden op locatie KIER 1 taxa van zoete milieus aangetroffen. Dit lijkt samen te hangen met de relatief hoge afvoer van zoet water tijdens het spuien. Andersom worden nauwelijks mariene taxa aangetroffen op de locaties KIER 2 tot en met KIER 5. In de incidentele gevallen dat deze wel zijn aangetroffen waren ze maar weinig vitaal of al niet meer in leven op het moment van monsterneming.

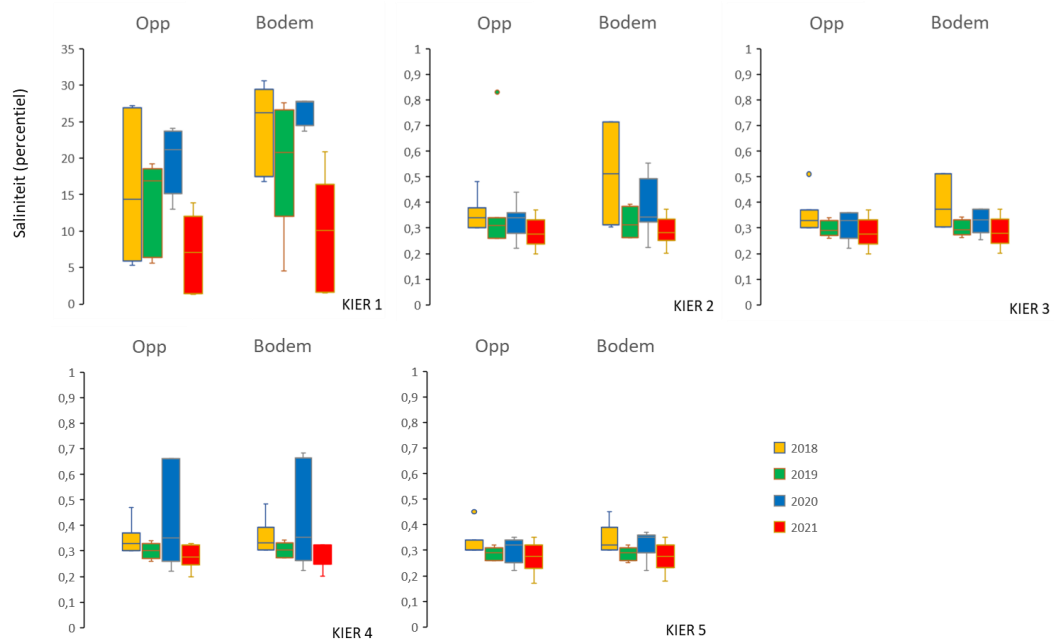


## 4 Effectanalyse

De effecten van een verandering in saliniteit op de soortsamenstelling van het fytoplankton is getoetst door naast de verandering in saliniteit, ook de verandering van verschillende parameters te toetsen. Er is gekeken naar veranderingen in de Chlorofyl-a waarden, de dichtheden fytoplankton in cellen/liter, het aantal aangetroffen taxa en de Shannon diversiteitsindex.

### 4.1 Saliniteit

Op alle vijf locaties lijkt de saliniteit niet te zijn veranderd (zie ook figuur 3.1). De verschillen tussen de zomergemiddelde saliniteit is getoetst met een One-way ANOVA. De zomergemiddelde saliniteit is in 2019 - 2021 over het algemeen lager dan in de 2018, (zie Figuur 4.2 en Figuur 4.3), met uitzondering van locatie KIER 4. Er zijn echter geen significante veranderingen in de saliniteit geconstateerd (Figuur 4.1).



Figuur 4.1 Saliniteit van de verschillende Kier-locaties in respectievelijk de oppervlaktelaag en de bodemlaag in de meetjaren 2018 - 2021. Merk de verschillende maatverdeling op bij locatie KIER 1.

### 4.2 Fytoplankton

De veranderingen in de fytoplanktongemeenschap zijn getoetst aan de hand van de zomergemiddelde dichtheden. Hierbij is in de eerste plaats gekeken naar de parameters Chlorofyl-a (mg/l); dichtheid (cellen/l); aantal taxa en de Shannon index voor soortdiversiteit. De verschillen tussen de zomergemiddelden zijn getoetst met een One-way ANOVA.

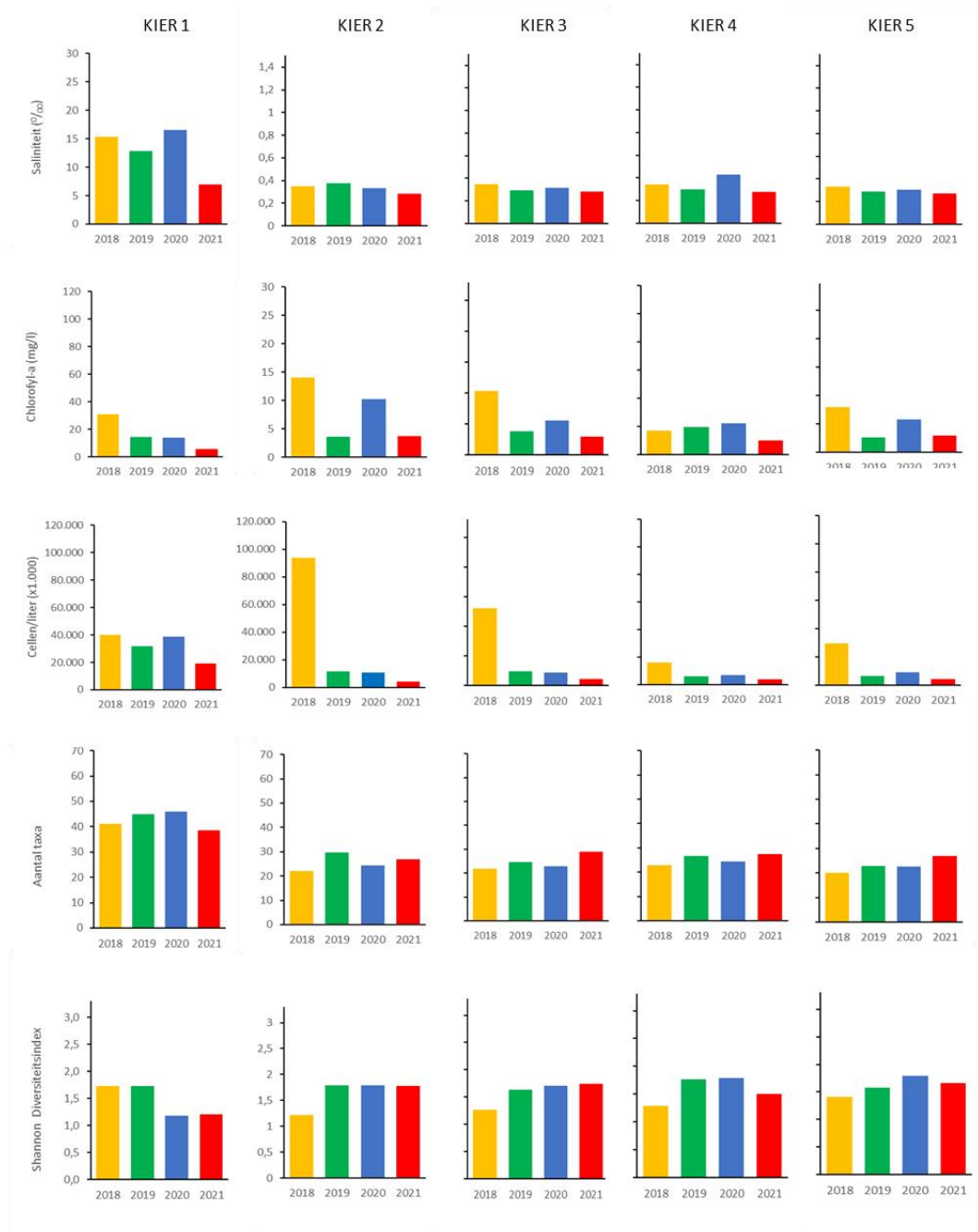


De chlorofyl a concentratie en de dichtheid aan algen in de oppervlaktelaag (Figuur 4.2) is in 2018 hoger dan in de jaren 2019 -2021. De verschillen zijn niet significant. Het aantal aangetroffen taxa is in de verschillende meetjaren min of meer gelijk. De diversiteit lijkt op KIER 1 af te nemen terwijl deze op de overige locaties gelijk blijft.

In de bodemlaag is voor een aantal parameters min of meer eenzelfde beeld zichtbaar (Figuur 4.3). Ten opzichte van 2018 is een, niet significante afname te zien van de dichtheid aan cellen in de jaren 2019 tot 2021. De chlorofyl-a waarden op KIER 1 zijn in 2019 - 2021 lager ten opzichte van 2018. Op de overige locaties zijn de chlorofyl-a waarden in 2020 hoger dan in 2018 en 2019. In 2021 zijn de Chlorofylwaarden vergelijkbaar met meetjaar 2018/2019. De verschillen zijn echter niet significant.

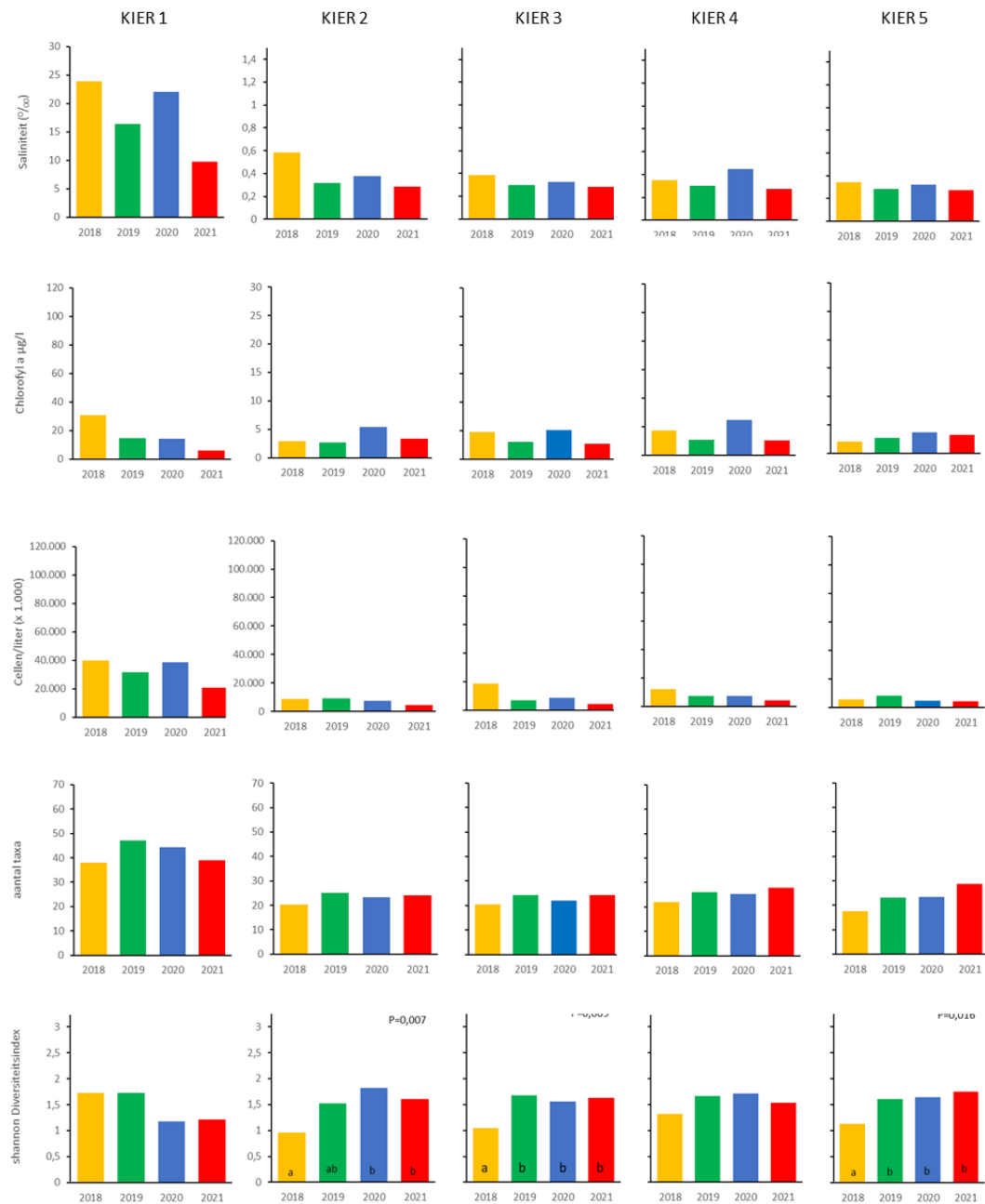
Er is op de locaties KIER 2, KIER 3 en KIER 5 een significante toename in de soortdiversiteit ten opzichte van 2018. De Shannon diversiteitsindex is een maat om de diversiteit aan soorten weer te geven. Bij deze index wordt zowel het aantal soorten als de verdeling van de soorten meegerekend. De soortdiversiteit wordt onder meer beïnvloed door heterogeniteit van de milieuomstandigheden. Overgangswateren met zoet-zout overgangen worden vaak gekenmerkt door een hoge soortdiversiteit. Door het kieren wordt water uit het mariene milieu in een zoetwater milieu gebracht. Er ontstaat een heterogeen milieu met soorten uit zoete en mariene milieus. Dit kan resulteren in een hogere heterogeniteit en daarmee een hogere soortdiversiteit. De diversiteit op de genoemde locaties is in de periode 2019- 2021 niet significant veranderd.

De menging van beide watertypen, en de overleving van de aanwezige soorten, zal waarschijnlijk het langste stand houden in de diepere lagen. Dat zou de (significant) toegenomen soortdiversiteit kunnen verklaren. Een andere mogelijke verklaring voor een hogere soortdiversiteit kan zijn dat door de bloei van *Microcystis* andere soorten worden verdrongen met een lagere diversiteitsindex tot gevolg. De afname van de *Microcystis* bloei resulteert vervolgens weer in een hogere diversiteit.



Figuur 4.2 Zomergemiddelden van verschillende parameters in de **oppervlaktelaag** in de periode 2018-2021. Van links naar rechts de locaties KIER1 tot en met KIER5. Van boven naar beneden achtereenvolgend Saliniteit (ter vergelijking); Chlorofyll-a; cellen/liter; aantal taxa en Shannon diversiteitsindex.



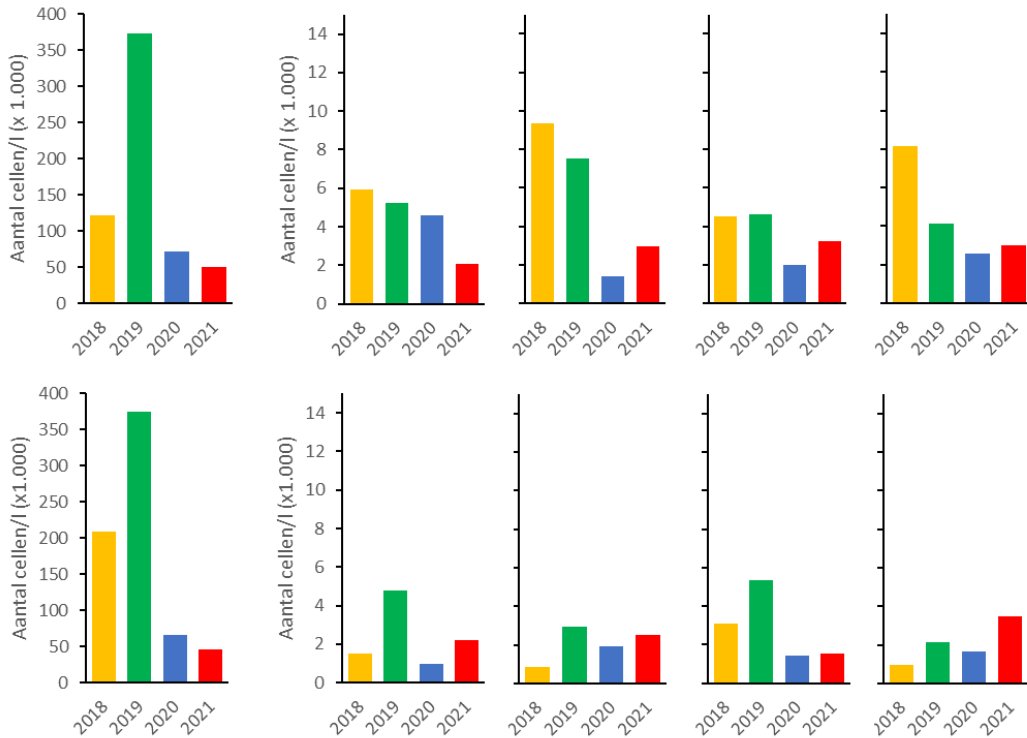


Figuur 4.3 Zomergemiddelden van verschillende parameters in de bodemlaag in de periode 2018-2021. Van links naar rechts de locaties KIER 1 tot en met KIER 5. Van boven naar beneden achtereenvolgend Saliniteit; Chlorofyl-a; Cellen/liter; aantal taxa en Shannon diversiteitsindex.



#### 4.2.1 Potentieel toxische soorten

Naast de aanwezigheid van potentieel toxische blauwalgen is er ook een kans op toename van potentieel toxische dinoflagellaten. De zomergemiddelde dichtheden dinoflagellaten laten op de locaties KIER 1 en KIER 2 een afname zien (figuur 4.4). Op de overige locaties is de zomergemiddelde dichtheid in 2021 licht toegenomen. De veranderingen zijn niet significant.



Figuur 4.4 Zomergemiddelde dichtheden Dinoflagellaten in de periode 2018-2020. Van links naar rechts de locaties KIER 1 tot en met KIER 5. Van boven naar beneden de oppervlaktelaag en de bodemlaag. **Let op:** de schaal van de y-as verschilt op KIER 1 van de overige locaties

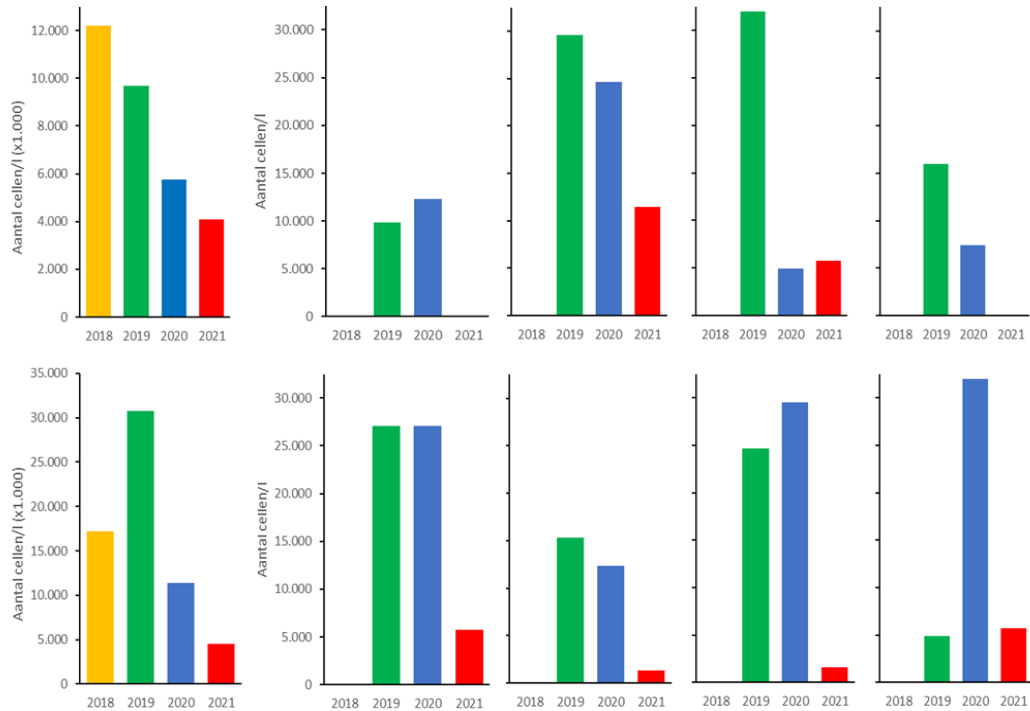
#### 4.2.2 Phaeocystis

Er is alleen *Phaeocystis* waargenomen op locatie KIER 1. In tegenstelling tot de overige lokaties van de Kier waar basische Lugol als fixatief wordt gebruikt, worden de monsters van KIER 1 met zure Lugol gefixeerd. In basische Lugol verliezen de *Phaeocystis*-flagelaten hun flagellen en kunnen dan minder goed herkenbaar zijn. Bij twijfel worden dergelijke cellen geteld als *Chromista* [1].

Bij de analyse van de planktondata viel op dat er in 2019 en 2020 een duidelijke toename van *Chromista* [1] op de locaties KIER 2 – KIER 5 optrad. Op de genoemde locaties werden in 2018 geen *Phaeocystis*, en/of *Chromista* aangetroffen. Omdat de kans bestaat dat *Chromista* en *Phaeocystis* verward kunnen worden is er voor gekozen om bij de data-



analyse de dichtheden van *Phaeocystis* en *Chromista* samen te beschouwen (Verweij & Bultstra 2021).



Figuur 4.5 Zomergemiddelde dichtheden *Phaeocystis/Chromista* in de periode 2018-2020. Van links naar rechts de locaties KIER 1 tot en met KIER 5. Van boven naar beneden de oppervlaktelaag en de bodemlaag. **Let op:** de schaal van de y-as verschilt op KIER 1 van de overige locaties.

De ontwikkeling van de dichtheden *Phaeocystis/Chromista* laat op KIER 1 een daling zien. Ook op de locaties KIER 2 – KIER 5 zijn de dichtheden lager dan in de voorgaande jaren. Dit komt overeen met de trend op GOERE2 (Bijlage II). De ontwikkeling van de dichtheden laten geen eenduidig beeld zien (Figuur 4.5). Opvallend is wel dat de soort op deze locaties in 2018 niet is waargenomen.



## 5 Discussie

Voor dit onderzoek is de vraag om een vergelijking tussen de verschillende meetjaren (2018-2021) te geven voor wat betreft de samenstelling van het fytoplankton in relatie tot de verzilting van het Haringvliet. Veranderingen in de fytoplanktongemeenschap worden door verschillende factoren gestuurd. Naast saliniteit kan hierbij worden gedacht aan factoren als organische belasting, nutriëntenbeschikbaarheid, pH, licht, stratificatie en menging van waterlagen en watertypen.

Niet alleen is er een wisselwerking tussen de bovengenoemde factoren, de factoren fluctueren gedurende het seizoen en tussen de jaren. Hierdoor kunnen gedurende de seizoenen en tussen de onderlinge jaren verschillen in dichtheden en soortensamenstelling van het fytoplankton optreden.

In de effectrapportage over de meetjaren 2018 – 2020 (Verweij en Bultstra 2021) is in de discussie ingegaan op de mogelijke effecten van het kieren op de samenstelling van het fytoplankton. In deze discussie werd onder andere gesteld dat op korte termijn geen (goed) beeld kon worden verkregen welke invloed de saliniteit heeft op de vestiging en overleving van planktonsoorten en dat de overleving van planktonsoorten, en daarmee de samenstelling van de fytoplanktongemeenschap, blijvend zal veranderen als de saliniteitsrange (minimale en maximale saliniteitswaarden) over een langere tijd substantieel veranderd. Daarom werd de verwachting uitgesproken dat mogelijke veranderingen in de fytoplanktonsamenstelling zich pas na een aantal jaren zullen openbaren.

Er waren alleen saliniteitsgegevens bekend van de monsterlocaties en -data van het fytoplankton. Hoewel er geen hogere saliniteitswaarden werden gemeten (Figuren 4.1, 4.2 en 4.3) lijkt zich wel een lichte (maar niet significante) toename af te tekenen in het aandeel van taxa van brakke milieus af te tekenen. Hoewel de dichtheden nog altijd passen binnen de 'normale' jaarlijkse fluctuaties kan een mogelijk oorzaak ook de grotere periodieke fluctuaties in saliniteit zijn die door het kieren ontstaan. Soorten van zoete milieus zijn veelal minder bestand tegen dergelijke fluctuaties terwijl soorten van brakke milieus vaak ook onder minder brakke omstandigheden kunnen overleven.



## 6 Conclusie en Aanbevelingen

### **Fytoplankton in relatie tot saliniteit**

Op basis van de huidige saliniteitsgegevens kan een verzilting van het Haringvliet niet worden aangetoond. De veranderingen in de fytoplanktonsamenvesting kunnen daarmee niet direct worden gerelateerd aan een verandering van de saliniteit.

Als de fytoplanktongegevens van de Kier-locaties worden vergeleken met de langjarige fytoplanktonreeks van Haringvlietsluis (HARVSS; Bijlage II) zijn de overeenkomsten opvallend. De geconstateerde veranderingen in dichtheden van het fytoplankton volgen de jaarlijkse fluctuaties. Het zelfde geldt voor de samenstelling van het fytoplankton. De veel lagere dichtheden blauwalgen in de periode 2019 - 2021 ten opzichte van 2018 lijken te passen binnen de trend in andere delen van Nederland. De afname van de blauwalgen en de verandering in fytoplanktonsamenvesting lijkt daarmee niet het gevolg van het kieren te zijn.

De toename van brakke taxa in 2019 en 2020 lijkt door te zetten, maar de waarden liggen binnen de natuurlijke fluctuaties. In 2008 werden op HARVSS ook relatief hoge dichtheden marien-brakke taxa aangetroffen. En in juli 2018, vóór de opening van de sluisen, werd op de locaties KIER 3, KIER 4 en KIER 5 al de brakwaterindicator *Pyramimonas* aangetroffen.

### **Aanbevelingen**

De aanbevelingen gedaan in de effectenrapportage over de periode 2018 – 2020 worden aangehouden. Een aantal aanbevelingen is al overgenomen (Lugol-fixatie), maar zijn pas met ingang van meetjaar 2022 effectief.

In de vorige effectrapportage is ook aanbevolen om jaarrond Fytoplanktonmetingen uit te voeren. Hoewel de periode maart – september wordt beschouwd als het 'groei-eizoen' van het fytoplankton, lijkt er de laatste jaren onder invloed van klimaatopwarming een verlenging van het groei-eizoen op te treden. Dat betekent dat de ontwikkeling van het fytoplankton eerder dan maart op gang komt en langer kan doorgaan. Voorjaarssoorten als bijvoorbeeld *Phaeocystis* worden steeds vaker ook in de nazomer aangetroffen. In 2021 zijn geen fytoplanktonbemonsteringen in september uitgevoerd. Dit kan invloed hebben op de zomergemiddelde dichtheden die worden berekend. Daar komt bij dat de Kieren met name in het winterperiode plaatsvindt. Advies is om in ieder geval de bemonstering tot in september door te laten lopen.



## Literatuur

- Bultstra CA & Sanjabi B (2022) Fytoplanktononderzoek Project de Kier, meetjaar 2021. BM 22.07, Bureau Waardenburg rapportnr. 22-091b. Bureau Waardenburg bv, Haren.
- Reeze, B, de la Haye MAA, Arts F, Boudewijn TJ, van der Jagt HA, Van Kessel N, Verweij GL & Wegman C (2020). Nulrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren Kierbesluit'. Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-340. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Reeze, B., M. de la Haye, H. van der Jagt, G.L. Verweij & N. Van Kessel (2021). Vervolgrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren kierbesluit' 2019. Rapport 21-248. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Rijkswaterstaat (2000). Besluit beheer Haringvlietluizen. Nota nr. HK/AW 2000/8178.
- van den Oever A, Sanjabi B, Bultstra CA, Brochard CJE & Verweij, GL (2019) Fytoplanktonanalyses in de zoute Rijkswateren, MWTL 2018. BM19.14, Bureau Waardenburg rapportnr. 19-0120. Bureau Waardenburg bv, Haren.
- van den Oever A, Sanjabi B, Bultstra CA, Verweij GL (2020) Fytoplanktononderzoek in de zoute Rijkswateren MWTL 2019. BM 20.14, Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-0102. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van den Oever, A., Sanjabi B, Bultstra CA, Verweij GL (2021) Fytoplanktononderzoek in de zoute Rijkswateren MWTL 2020. BM 21.12, Bureau Waardenburg Rapportnr. 21-148a. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- van den Oever, A., Sanjabi B, Bultstra CA, Verweij GL (2022) Fytoplanktononderzoek in de zoute Rijkswateren MWTL 2021. BM 22.16, Bureau Waardenburg Rapportnr. 22-091a. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Verweij, GL, CA Bultstra. (2021) Fytoplanktonontwikkeling De Kier. Effectrapportage 2018-2020. BM 21.14, Bureau Waardenburg, Rapport 21-121. Bureau Waardenburg Culemborg.



## Bijlage I Maandgemiddelde dichtheden

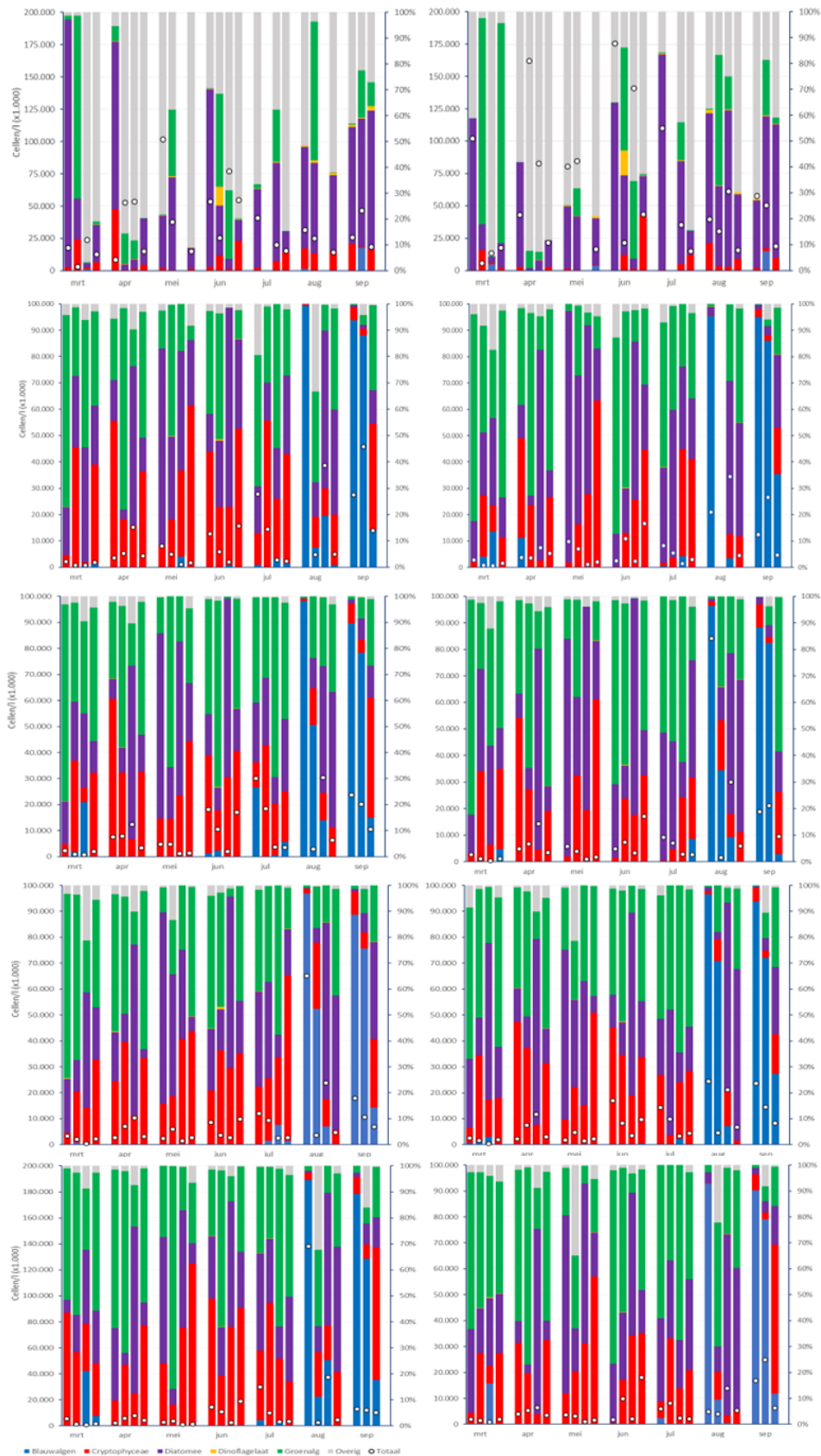
### Toelichting figuren

- Figuur I.1      Dichtheden fytoplankton (cirkel) in de oppervlaktelaag (linker grafieken) en bodemlaag (rechter grafieken) onderverdeeld in taxonomische hoofdgroepen (procentuele bijdrage; gekleurde balken). Van boven naar beneden achtereenvolgend de locaties KIER 1 tot en met KIER 5. Per maand worden van links naar rechts de meetjaren 2018, 2019, 2020 en 2021 weergegeven. Merk op dat:
- 1) de maatverdeling y-as locatie KIER 1 afwijkt van overige locaties;
  - 2) Enkele punten buiten de grafiek vallen te weten: KIER 2 oppervlakte augustus 2018 ( $574,6 \times 10^6$  cellen/l); KIER 3 oppervlakte augustus 2019 ( $278,2 \times 10^6$  cellen/l) en KIER 5 oppervlakte augustus 2018 ( $138,1 \times 10^6$  cellen/l).



### Oppervlakte

### Bodem

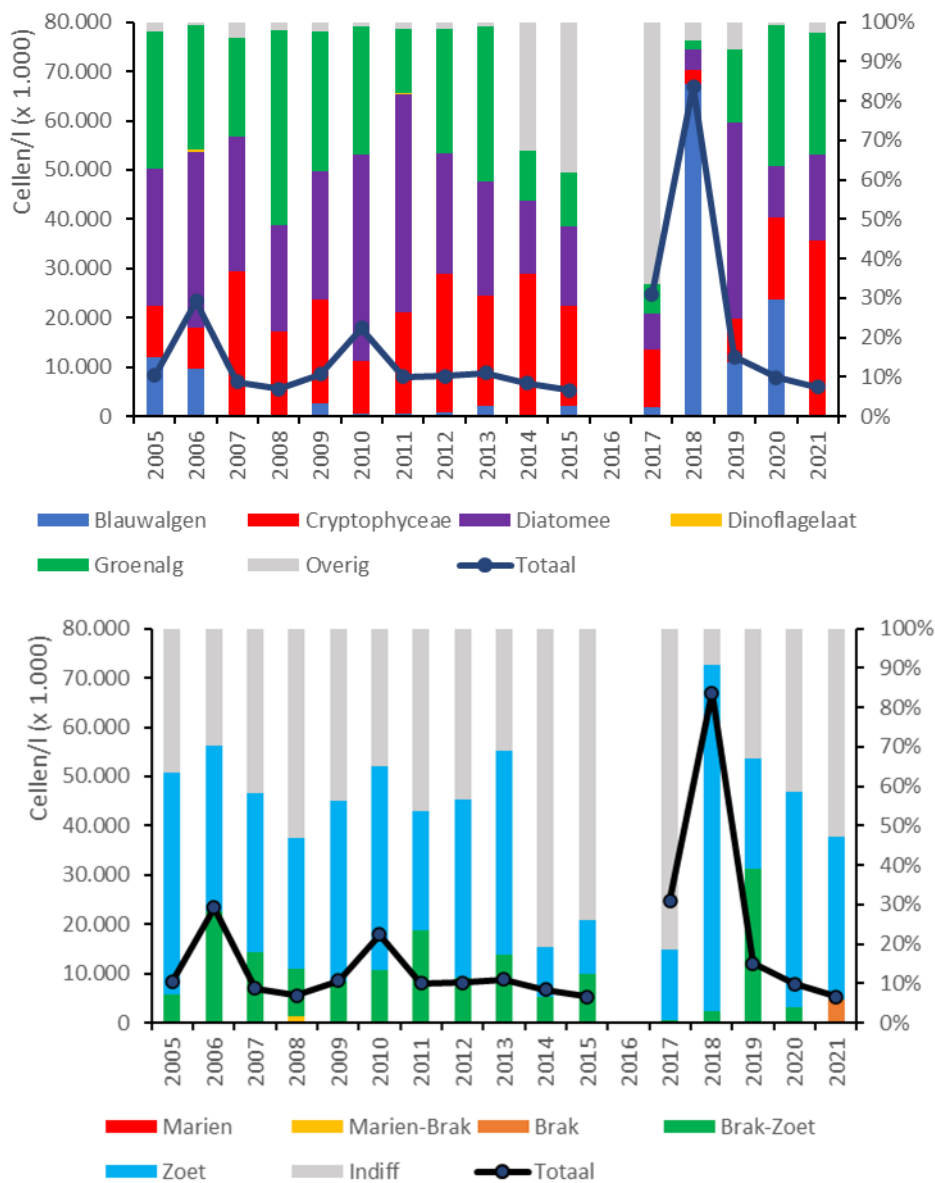






## Bijlage II Zomergemiddelden fytoplankton HARVSS en GOERE2

Figuur II.1 De zomergemiddelde dichtheden fytoplankton (lijn) in de oppervlaktelaag van HARVSS, onderverdeeld in taxonomische hoofdgroepen (bovenste grafiek) en milieuvoorkeur (onderste grafiek). De gekleurde balken geven de procentuele abundantie van de betreffende groep weer. **Opmerking:** Het zomergemiddelde is berekend uit de waarden van maart – september. Voor 2021 zijn alleen fytoplanktongegevens uit de maanden mei tot en met augustus beschikbaar.





Figuur II.2 De zomergemiddelde dichtheden fytoplankton (lijn) in de oppervlaktelaag van GOERE2, onderverdeeld in taxonomische hoofdgroepen (bovenste grafiek) en milieuvoorkeur (onderste grafiek). De gekleurde balken geven de procentuele abundantie van de betreffende groep weer.

