

Eindrapportage ecologische effecten lerend implementeren Kier op het Haringvliet en de Voordelta

2019-2022

M.A.A. de la Haye, B. Reeze, H.A. van der Jagt, G. Jenniskens,
F. Arts & G.L. Verweij



**WAARDEN
BURG**
Ecology

**we
consult
nature.**

Eindrapportage ecologische effecten lerend implementeren Kier op het Haringvliet en de Voordelta

2019-2022

M.A.A. de la Haye, B. Reeze, H.A. van der Jagt, G. Jenniskens, F. Arts &
G.L. Verweij

Eindrapportage ecologische effecten lerend implementeren Kier op het Haringvliet en de Voordelta

2019-2022

M.A.A. de la Haye, B. Reeze, H.A. van der Jagt, G. Jenniskens, F. Arts & G.L. Verweij

Status uitgave: definitief

Rapportnummer:	24-328
Projectnummer:	20-0096
Datum uitgave:	28-11-2024
Foto omslag:	Michelle de la Haye
Projectleider:	Drs. Michelle de la Haye
Tweede lezer:	Drs. W.M. Liefveld
Opdrachtgever:	Rijkswaterstaat West-Nederland Zuid, de heer J.J. de Ruiter Mevr. C. Rodrigues Laan op zuid 45 3072 DB Rotterdam
Referentie opdrachtgever:	SAP- bestelnummer : 4500296888 Zaaknummer : 31154707
Akkoord voor uitgave:	Drs. W.M. Liefveld
Datum akkoord:	28-11-2024

Graag citeren als: de la Haye, M.A.A., B. Reeze, H.A. van der Jagt, G. Jenniskens, F. Arts & G.L. Verweij (2024). Eindrapportage ecologische effecten lerend implementeren Kier op het Haringvliet en de Voordelta; 2019-2022. Rapport 24-328. Waardenburg Ecology, Culemborg.

Trefwoorden: Haringvliet, Voordelta, ecologische toestand 2019-2022, KRW, fysisch-chemisch, fytoplankton, zoöplankton, macrofauna, vissen, vogels, zeezoogdieren

Waardenburg Ecology is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Waardenburg Ecology. Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Waardenburg Ecology voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Waardenburg Ecology / RWS WNZ

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 Waardenburg Ecology, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

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

Waardenburg Ecology Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg, 0345 512710
info@waardenburg.eco, www.waardenburg.eco



Voorwoord

Op 16 januari 2019 stonden de Haringvlietsluizen voor het eerst op een kier. Deze maatregel heeft als doel om de vismigratie en het ecosysteem van het estuarium te verbeteren. Een mijlpaal die veel voeten in de aarde heeft gehad. Meer dan 20 jaar vooronderzoek en planvorming ging eraan vooraf. Nu is het zaak de effecten goed te volgen, hiervan te leren en zo nodig het beheerregime van de Haringvlietsluizen bij te stellen. Hiervoor is het van belang een nulpunt te hebben waaraan de effecten gerelateerd kunnen worden. In 2020 is hiervoor een nulrapportage opgesteld over de toestand voor met kieren gestart werd (2009-2018) (Reeze *et al.*, 2020). Voor die nulrapportage is een storymap opgesteld die met onderstaande link is te bekijken, daarin zit ook een link naar de nulrapportage: <https://buwa.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=75cf04af2809452aa2c66342e1ab231c>.

In 2021, 2022 en 2023 zijn de eerste drie van de in totaal vier vervolgrapportages opgesteld, waarin de toestand beschreven is op basis van MWTL-monitoring data verzameld in het jaar 2019, 2020 en 2021 en aanvullende relevante onderzoeken die zijn uitgevoerd in het gebied (Reeze *et al.*, 2021; De la Haye *et al.*, 2022; Reeze *et al.*, 2023). In deze vierde en afsluitende vervolgrapportage zijn de resultaten van de monitoring uit 2022 toegevoegd aan de reeksen per parameter vanaf 2019 en zijn de hypothesen van de verwachte effecten getoetst aan de data na de start van het kieren in 2019. Tevens zijn evenals in de voorgaande jaren aanvullende relevante onderzoeken beschreven.

Voor de visonderzoeken is op 6 juni 2024 een 'kennisbijeenkomst vis' georganiseerd waarbij de projectleiders van alle betreffende onderzoeken en een aantal vis expert aanwezig waren. De belangrijkste conclusies van deze bijeenkomst staan beschreven in paragraaf 4.5 MWTL-monitoring vissen en in hoofdstuk 0 bij de beschrijving van de aanvullende visonderzoeken.

Ik wens u veel leesplezier!

Claudia Rodrigues

Begeleiding vanuit opdrachtgever:
Aniel Balla en Claudia Rodrigues

Samenstelling begeleidingsgroep:
Claudia Rodrigues, Aniel Balla, Nils Taal en Karin Stone



Inhoud

Voorwoord	4
1 Inleiding	7
1.1 Studiegebied	7
1.2 Kierbesluit	8
1.3 Werkwijze vorige rapportages	8
1.4 Monitoring 2022	9
2 Beheer Haringvlietsluizen	11
2.1 Inleiding	11
2.2 Kierproeven	12
2.3 Spuien tijdens eb	16
2.4 Kieren en spuien 2019-2022	17
3 Abiotische factoren	18
3.1 Verspreiding van zout in het Haringvliet	18
3.2 Fysisch-chemische waterkwaliteit 2019-2022	23
3.2.1 Chloride	23
3.2.2 Watertemperatuur	24
3.2.3 Zuurstofgehalte	25
3.2.4 pH	26
3.2.5 Doorzicht en zwevend stof	26
3.2.6 Chlorofyl-a	28
3.2.7 Nutriënten	29
4 Aquatische biologie	32
4.1 Fytoplankton	32
4.2 Zoöplankton	36
4.3 Vegetatie	40
4.4 Macrofauna	40
4.4.1 Haringvliet-West	42
4.4.2 Voordelta	48
4.5 Vissen (inclusief N2000)	49
4.5.1 Aantal soorten	50
4.5.2 Biomassa en abundantie	53
4.5.3 Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR)	55



5	Vogels	57
5.1	Inleiding	57
5.2	Vogels met instandhoudingsdoelstelling voor N2000	58
5.2.1	Voordelta	58
5.2.2	Haringvliet	58
5.3	Aantallen, trends en verspreiding	62
5.3.1	Bodemdiereters oevers	64
5.3.2	Bodemdiereters open water	66
5.3.3	Meeuwen	67
5.3.4	Planteneters	69
5.3.5	Viseters van oevers	70
5.3.6	Viseters van open water	72
5.3.7	Sterns	73
6	Zeezoogdieren	77
6.1	Inleiding	77
6.2	Zeezoogdieren met een instandhoudingsdoel	78
6.2.1	Voordelta	78
6.2.2	Aantallen, trends en verspreiding in Haringvlietmonding	79
6.2.3	Verspreiding	81
6.3	Belang gebied voor het baren en zogen van jonge zeehonden.	82
6.4	Bruinvissen	83
7	Aanvullende onderzoeken	84
7.1	Projectmonitoring Kier	84
7.2	Aanbod en intrek getijdenmigranten	87
7.3	Vismigratie via de Haringvlietdam analyse van NEDAP trail data	93
7.4	Samen voor de aal	97
7.5	Glasaal monitoring	100
7.6	Een zegen in de Delta	103
7.7	Mosselkartering	107
8	Samenvatting, conclusie en aanbevelingen	109
8.1	Verwachte effecten	109
8.2	Kierproeven en zoutverspreiding	112
8.3	Ecologische ontwikkeling Haringvliet 2019-2022	115
8.4	Discussie en conclusies	117
8.5	Aanbevelingen	119
	Literatuur	123
	Bijlage I Samenvatting bevindingen kennisbijeenkomst vis 6 juni 2024	127

1 Inleiding

1.1 Studiegebied

Voor het beschrijven van de ecologische effecten van 'lerend implementeren Kier' is een gebied afgebakend tussen een deel van de Voordelta en de denkbeeldige lijn van de Spuimonding en Middelharnis in het Haringvliet (zie Figuur 1.1). Dit gebied beslaat twee KRW-waterlichamen: Noordelijke Deltakust (NL95_2A) en Haringvliet-west (NL94_11). Van de Noordelijk Deltakust wordt slechts het deel beschouwd waar mogelijk effecten te verwachten zijn van het Kierbesluit, dit is het gebied ten westen van de Haringvlietssluis. De twee waterlichamen behoren respectievelijk tot de watertypes kustwater, open en polyhalien (watertype K1) en overgangswater, estuarium met matig getijverschil (watertype O2). De Noordelijke Deltakust heeft de status natuurlijk gekregen. Het Haringvliet-west is aangemerkt als 'sterk veranderd' door de aanwezigheid van sluisen, dammen, kanalisatie, normalisatie, stabilisatie van de geul en aangebrachte oeverversterking (Rijkswaterstaat, 2023).



Figuur 1.1 Overzichtskartaal van het gerapporteerde deel van de Voordelta en het Haringvliet-west.



1.2 Kierbesluit

Het Haringvliet is van oorsprong een natuurlijke zeearm. Door de afsluiting van het Haringvliet verdwenen het zoute water, de natuurlijke getijdenstromingen en werd de getijslag gereduceerd van 130 cm tot 30 cm bij Hellevoetsluis (Paalvast *et al.*, 1998a). Daarmee verdwenen ook de bijbehorende natuurwaarden uit het gebied. In de afgelopen decennia zijn de mogelijkheden voor het terugbrengen van de oorspronkelijke natuur meerdere keren onderzocht, waarbij verschillende scenario's zijn uitgewerkt (zie onder andere Paalvast *et al.*, 1998b en Lofvers, 1998).

Uiteindelijk is ervoor gekozen om de sluizen in beperkte mate open te stellen. Dit is vastgelegd in het Besluit Beheer Haringvlietsluizen (Rijkswaterstaat, 2000) in de volksmond 'Kierbesluit'. Het 'Kierbesluit Haringvliet' heeft tot doel de migratieroutes voor trekvis via het Haringvliet zoveel mogelijk te herstellen door naast het spuien van zoet water, in beperkte mate ook zeewater via de Haringvlietsluizen in te laten stromen. De focus van het project 'Lerend implementeren Kierbesluit' is het toewerken naar een nieuw bedieningsprotocol voor de sluizen waarmee optimaal vismigratie mogelijk is met behoud van de gestelde randvoorwaarden aan het Kierbesluit, zijnde:

- Geen effecten op de Hoogwaterveiligheid;
- Functionaliteit innamepunten zoet water behouden. Dit is operationeel uitgewerkt als geen zout voorbij de lijn Middelharnis en Monding Spui ten gevolge van de Kier;
- Waar mogelijk het waterpeil bij Moerdijk boven de 0 m NAP, ten behoeve van de scheepvaart.

De Kier is opgenomen als maatregel voor de KRW en N2000. De maatregel is in eerste instantie gericht op een betere vismigratie vanuit zee naar de grote rivieren (Rijn en Maas) en omgekeerd. Tevens is het idee dat de uitwisseling van zoet en zout water bij zal dragen aan de ontwikkeling van het Haringvliet-west richting een overgangswater met de daarbij behorende flora en fauna.

1.3 Werkwijze vorige rapportages

In 2020 is de ecologische toestand van het Haringvliet en Voordelta vóór uitvoering van het 'Kierbesluit' beschreven in een nulrapportage (Reeze *et al.*, 2020). De nulrapportage beslaat de periode 2009-2018. Voor een korte weergave van de inhoud van dit rapport zie de 'storymap'¹. Hierin is ook een link naar de nulrapportage opgenomen.

In 2021, 2022 en 2023 zijn vervolgrapportages opgesteld, waarin de toestand is beschreven op basis van monitoring data verzameld in de jaren 2019, 2020 en 2021. In deze rapportages zijn ook de overige relevante onderzoeken i.r.t. het Kierbesluit samengevat (Reeze *et al.*, 2021 (<https://edepot.wur.nl/580240>); De la Haye *et al.*, 2022 (<https://edepot.wur.nl/580239>); Reeze *et al.*, 2023 (<https://edepot.wur.nl/660266>)).

In deze vierde en afsluitende vervolgrapportage zijn de resultaten van de monitoring uit 2022 beschreven in relatie tot de monitoring data uit de voorgaande jaren. De primaire focus ligt hier bij de weergave van de veranderingen in het ecosysteem van het Haringvliet

¹ <https://buwa.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=75cf04af2809452aa2c66342e1ab231c>



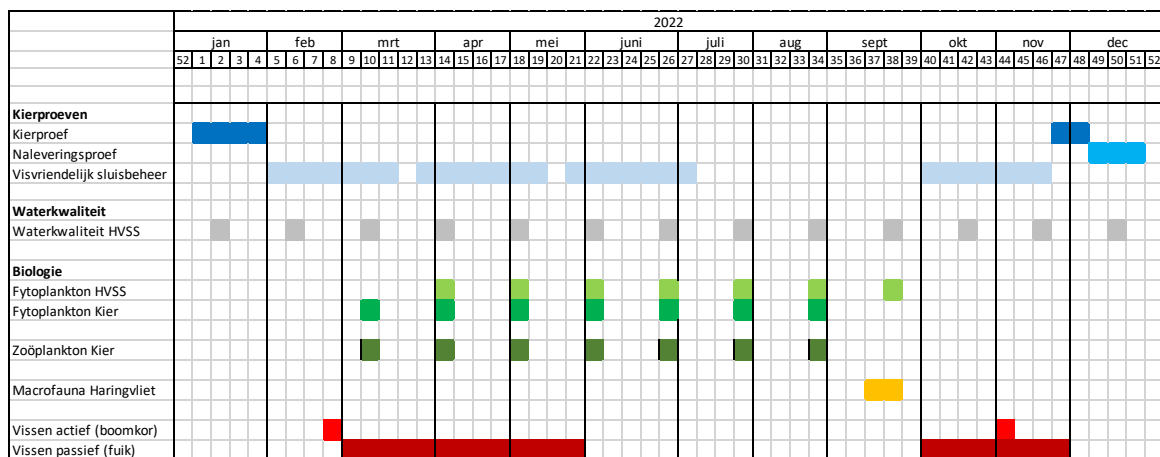
op basis van de jaarlijkse MWTL-monitoring. Daarnaast zijn de resultaten van de overige relevante onderzoeken samengevat, zodat een totaalbeeld ontstaat van de waargenomen effecten.

Ten behoeve van de eerste drie vervolgrapportages zijn ieder jaar de data van alle soortgroepen verzameld en globaal geanalyseerd (excl. vogels en zeezoogdieren¹), maar steeds één of twee soortgroepen geselecteerd voor nadere analyse en rapportage. In deze laatste vervolgrapportage (over 2022) worden wel weer alle soortgroepen besproken, afgesloten met een synthese over alle voorgaande jaren.

In de eerste vervolgrapportage over 2019 zijn fytoplankton en vis besproken, de soortgroepen waarbij we het eerst effecten verwachtten van de uitgevoerde kierproeven (Reeze *et al.*, 2021 <https://edepot.wur.nl/580240>). Voor zoöplankton is in die rapportage de nulsituatie beschreven. In de tweede vervolgrapportage over 2020 zijn de volgende soortgroepen te bespreken: fytoplankton, zoöplankton, macrofauna en vis (De la Haye *et al.*, 2022 <https://edepot.wur.nl/580239>). In de derde vervolgrapportage over 2021 is op basis van de eerste analyseresultaten besloten om de naast de chemie de volgende soortgroepen te bespreken: fytoplankton, zoöplankton en macrozoöbenthos van de Voordelta (Reeze *et al.*, 2023 <https://edepot.wur.nl/660266>).

1.4 Monitoring 2022

Bij de interpretatie van de monitoringresultaten is de timing van de MWTL-monstername ten opzichte van de uitgevoerde kierproeven van groot belang. In Figuur 1.2 zijn de monsternamemomenten voor de waterkwaliteit en biologie weergegeven in relatie tot de perioden waarin de verschillende kierproeven zijn uitgevoerd in 2022.



Figuur 1.2 Jaaroverzicht van de uitgevoerde kierproeven in 2022 (koningsblauw, donker- en lichtblauw) en de data waarop de MWTL-bemonstering van de waterkwaliteit en biologie heeft plaatsgevonden (de anders dan blauw gearceerde vakjes).

De perioden waarin zout water is ingelaten zijn donkerblauw gemarkeerd (kierproef). De kierproeven werden gevolgd door naleverproeven (koningsblauw). De lichtblauwe balken

¹ Omdat vogels en zeezoogdieren in de nulrapportage steeds over tijdvakken van vijf jaar zijn weergegeven, worden deze twee groepen alleen in deze eindrapportage uitgewerkt.

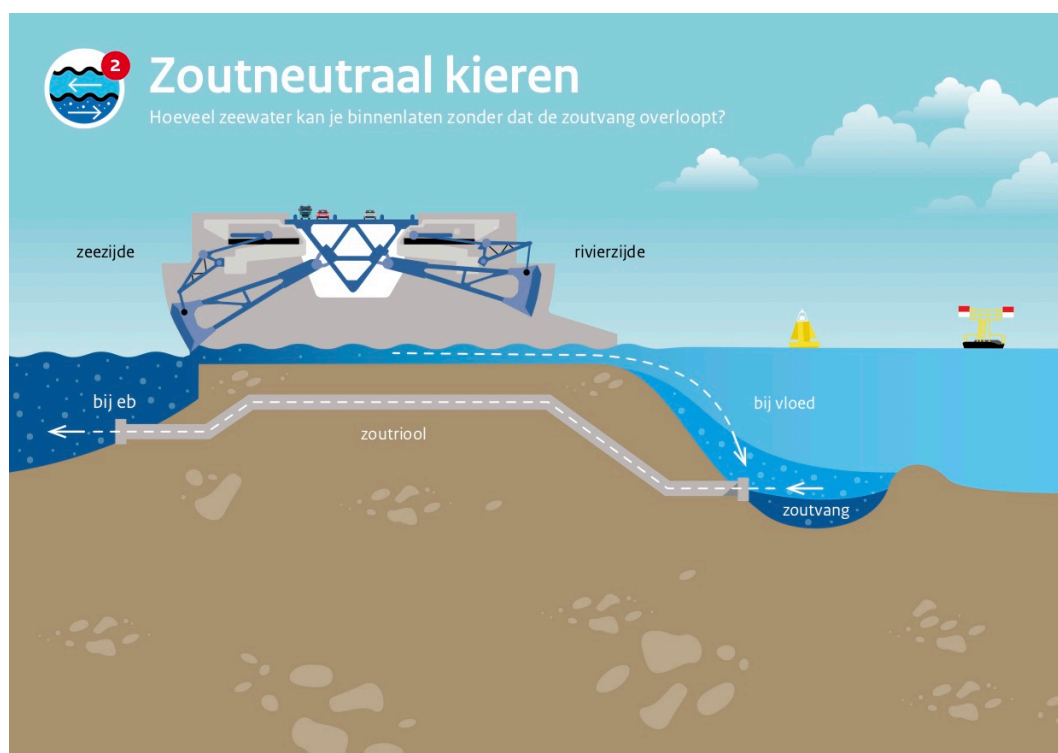


geven de perioden aan waarin visvriendelijk sluisbeheer heeft plaatsgevonden. De uitgevoerde kierproeven zijn uitgebreid beschreven in paragraaf 2.2; voor een beschrijving van de verspreiding van het zout in het Haringvliet zie paragraaf 3.1.

2 Beheer Haringvlietsluizen

2.1 Inleiding

Het complex Haringvlietsluis heeft 17 schuiven waarmee zout water het Haringvliet ingelaten kan worden en zoet water richting de Voordelta gespuid kan worden. Alle schuiven komen aan de binnenzijde uit in de zoutvang (put A, Figuur 3.1) in het Haringvliet. Wanneer de zoutvang vol is, verspreidt het zoute water zich verder oostwaarts. Ook heeft het sluizencomplex vijf zogenaamde zoutriolen, waardoor het zoute water uit de diepe put A in het Haringvliet tijdens eb door hevelwerking weer richting zee wordt gespoeld. De zoutriolen worden bediend met schuiven, ze hebben een omvang 2,80 x 2,80 m en bevinden zich in de landhoofden van het sluizencomplex, twee aan de noordkant en drie aan de zuidkant. Ze staan bij laagwater altijd open en hebben een opening van 120 cm en een debiet van 7-8 m³/s.



Figuur 2.1 Schematische dwarsdoorsnede van de Haringvlietsluizen met uitleg van zoutneutraal kieren (=visvriendelijk sluisbeheer) via de zoutvang aan de riverszijde (put A) en de werking van de zoutriolen (bron: RWS WNZ).

Er zijn binnen het onderzoekspoor verzilting sinds 2019 vier typen proeven uitgevoerd:

- Kierproeven: Bij deze proeven wordt gekeken naar hoe het zoute water binnenkomt en bij spuien weer wegspoelt. Hierbij wordt gezocht naar een veilige balans, waarbij zo



lang mogelijk (tijdens zoveel mogelijk getijden) bij opkomende vloed zout water ingelaten en erna bij eb gespuid kan worden.

- Zoetspoelproeven: Bij deze proeven wordt onderzocht hoe het (ingelaten) zout water in de diepe putten afgevoerd kan worden in relatie tot de afvoer van de Rijn en de spuiopeningen.
- Zoutnaleverproeven: Wanneer de sluizen dicht gaan omdat de rivierafvoer afneemt, kan het voorkomen dat er zich nog zout water in de diepe putten in het Haringvliet bevindt. Dit zoute water kan zich onder bepaalde omstandigheden mengen met de zoete bovenlaag en problemen vormen bij de innamepunten voor zoet water. Om te bekijken hoe snel en waardoor het zoute water zich verspreidt, worden naleverproeven uitgevoerd waarbij de sluizen dichtgehouden worden en monitoring van het chloridegehalte plaatsvindt.
- Proeven met visvriendelijk sluisbeheer (of zoutneutraal kieren): Het idee achter visvriendelijk sluisbeheer is om direct na kentering van eb naar vloed de Haringvlietsluizen beperkt open te houden, om vissen die zich tijdens het spuien naar de sluizen hebben bewogen, de mogelijkheid te bieden het Haringvliet te bereiken. Bij deze proeven wordt bekeken hoe de zoutindringing beperkt kan worden tot de zoutvang (put A, zie Figuur).

2.2 Kierproeven

Kierproeven 2019-2021

In de periode 2019-2021 zijn diverse kierproeven, zoetspoelproeven en naleverproeven uitgevoerd, zie Tabel 2-1. De proeven uit de jaren 2019-2021 zijn nader beschreven in de vervolgrapportages (Reeze *et al.*, 2021 (<https://edepot.wur.nl/580240>); De la Haye *et al.*, 2022 (<https://edepot.wur.nl/580239>); Reeze *et al.*, 2023 (<https://edepot.wur.nl/660266>)).

In 2019 zijn 3 zoetspoelproeven en een naleverproef uitgevoerd. De naleverproef liep door tot in het begin van 2020. In de rest van het jaar waren de omstandigheden (lage rivierafvoeren) niet geschikt voor andere proeven dan visvriendelijk sluisbeheer. Aan het eind van het jaar 2020 en in 2021 is gestart met een serie kierproeven, één bij een modale afvoer en één bij een hoge afvoer. De kierproeven werden gevolgd door een naleverproef. Aan het eind van 2021 werd een derde kierproef uitgevoerd, ook deze werd gevolgd door een naleverproef.

Daarnaast is vanaf 10 december 2018 visvriendelijk sluisbeheer toegepast. Hierbij is de Bedieninstructie 'visvriendelijk spuisluisbeheer' steeds verder verfijnd. Het visvriendelijk sluisbeheer is stopgezet tijdens de uitvoering van de andere proeven en bij specifieke omstandigheden (oostenwind, peilbeheersing voor de haven van Moerdijk, overloop van de zoutvang, lekkage, onderhoud en zeer lage afvoeren).

Het visvriendelijk sluisbeheer is erop gericht om vismigratie te bevorderen in perioden en seizoenen waarin zout niet verderop in het Haringvliet gebracht kan worden, omdat de rivierafvoer onvoldoende zekerheid biedt om het zout te kunnen beheersen. Bij visvriendelijk sluisbeheer worden de Haringvlietsluizen na kentering (eb naar vloed) beperkt opengehouden, om vissen die zich tijdens het spuien via de lokstroom naar de sluizen hebben bewogen de mogelijkheid te bieden het Haringvliet te bereiken. Tijdens een volgende spuiperiode en als gevolg van de inzet van zoutriolen wordt het ingekomen zout direct weer naar zee gespoeld, zie ook Figuur 2.1.



Tabel 2-1 Data waarop kierproeven, zoetspoelproeven, naleverproeven en visvriendelijk sluisbeheer zijn uitgevoerd in de periode 2018-2022 (Bron: data Rijkswaterstaat).

Proef	Begindatum	Einddatum
Zoetspoelproef 'ZSP1'	16 januari 2019	23 januari 2019
Zoetspoelproef 'ZSP2'	12 februari 2019	21 februari 2019
Zoetspoelproef 'ZSP3'	14 maart 2019	19 maart 2019
Naleverproef 1	4 oktober 2019	3 februari 2020
Kierproef 1 'Modale afvoer'	28 december 2020	26 januari 2021
Kierproef 2 'Hoge afvoer'	26 januari 2021	22 februari 2021
Naleverproef 2	9 maart 2021	17 maart 2021
Kierproef 3 'Kleine Kier met volumesturing'	7 december 2021	21 december 2021
Naleverproef 3	22 december 2021	31 december 2021
Kierproef 4 '1/n HOP'	7 januari 2022	15 januari 2022
Kierproef 5 'Kleine Kier met volume-sturing'	16 januari 2022	10 februari 2022
Kierproef 6 '1/n HOP'	11 februari 2022	26 februari 2022
Kierproef 7 'Kleine Kier met volume-sturing'	24 november 2022	2 december 2022
Naleverproef 4	3 december 2022	25 december 2022
Visvriendelijk sluisbeheer (buiten proeven)	10 december 2018	31 december 2022

Kierproeven 2022

In 2022 is op 7 januari gestart met de vierde kierproef ([kierproef 4](#)). Deze proef was gericht op het kieren/inlaten bij hoge afvoeren. Bij de proef is gekierd vanuit het principe 'open waar het kan', waarbij wordt onderzocht met welke inlaatvolumes gekierd kan worden en hoeveel in verhouding gespuid moet worden om geen verzilting voorbij de lijn Middelharnis-Spui te veroorzaken (Hydrologic, 2023a). Gedurende de hele proefperiode is er water ingelaten. Tussen 9 en 14 januari was de kieropening vrijwel altijd groter dan 500 m² en is er elke getijperiode relatief veel water ingelaten (tot meer dan 2.000 m³/s). Het water is ingelaten via de zuidelijke sluizen (10 t/m 17); de meest zuidelijke sluizen (16 en 17) zijn gedurende vrijwel de gehele proefperiode open geweest. De proef is afgerond bij een dalende rivierafvoer en een toename van de verzilting in put A (Hydrologic, 2023a).

Aansluitend op kierproef 4 is in [kierproef 5](#) onderzocht welke combinaties van inlaatvolume/spuivolume leiden tot een stabiele verziltingssituatie, waarbij put A, B, C en D wel mogen verzilten, maar putten E en F zoet blijven (voor de ligging van de diepe putten A-H zie Figuur 3.1) (Hydrologic, 2023b). De proef is uitgevoerd bij lagere en gemiddelde afvoeren. Gedurende de hele proef zijn regelmatig kleinere hoeveelheden water ingelaten (ca. 100 m³/s), met uitzondering van enkele momenten dat er hoogwater was op zee (o.a. tijdens storm Corrie, 31 januari). Tussen 16 en 20 januari waren alle sluizen in bepaalde mate geopend; in de periode daarna is voornamelijk water ingelaten via sluizen 14, 15, 16 en overwegend 17 (de meest zuidelijke sluis) (Hydrologic, 2023b).



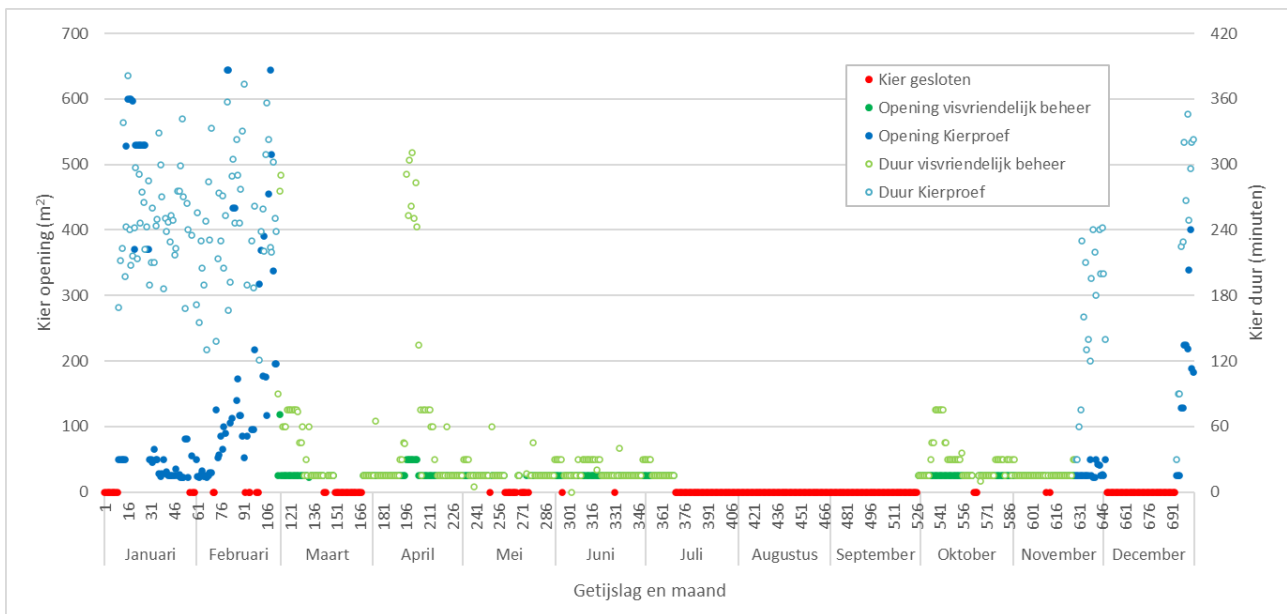
Aansluitend op kierproef 5 is in kierproef 6 gekierd bij hogere rivierafvoeren vanuit het principe 'open waar het kan'. Bij deze proef is onderzocht met welke inlaatvolumes veilig gekierd kan worden en hoeveel in verhouding gespuid moet worden om geen verzilting voorbij de lijn Middelharnis-Spui te veroorzaken (Hydrologic, 2023c). Gedurende de hele proefperiode is er water ingelaten. Het inlaatdebiet was daarbij volgend op de afvoer bij Lobith en varieerde van meer dan 2.000 m³/s aan het begin en het einde van de proefperiode tot ca. 200 m³/s er tussenin (15 t/m 21 februari). In die periode is de proef enkele malen onderbroken geweest vanwege storm. Bij het inlaten zijn alle sluizen gebruikt, waarbij met name de meest zuidelijke sluizen (sluis 10 t/m 17) meerdere getijperiodes achter elkaar geopend zijn geweest (Hydrologic, 2023c).

Kierproef 7 is aan het eind van 2022 uitgevoerd (24 november – 2 december). Bij deze proef is net als bij kierproef 5 onderzocht bij welke combinaties van inlaatvolume/spuivolume leiden tot een stabiele verziltingssituatie waarbij put A, B, C en D wel mogen verzilten, maar putten E en F zoet blijven (waarbij minimale overloop naar putten E en F geaccepteerd is) (Hydrologic, 2023d). De proef is uitgevoerd bij lagere en gemiddelde afvoeren. Voor het inlaten is alleen gebruik gemaakt van sluis 16 en 17, beide met de kleinste kieropening (25 m²). Tussen 28 en 30 november stonden deze sluizen gedurende het hele getij open, in de rest van de periode alleen de eerste periode van het getij. Het inlaatdebiet varieerde tussen ca. 150 en 250 m³/s (Hydrologic, 2023d).

Aan het eind van kierproef 7 was een goede uitgangssituatie bereikt voor naleverproef 4 (1.000 mg/l in put F). Het doel van de proef was om te onderzoeken of het achtergebleven zout uit diepe putten de innamepunten ten oosten van Middelharnis kan bereiken (door opmenging en verspreiding) tijdens een langdurige periode van lage Rijnafvoer. Tijdens dergelijke perioden is spuien en daarmee afvoeren van het opgemengde zout niet mogelijk (Hydrologic, 2023e). Tijdens de proef is er geen water gespuid of ingelaten bij de Haringvlietsluizen.

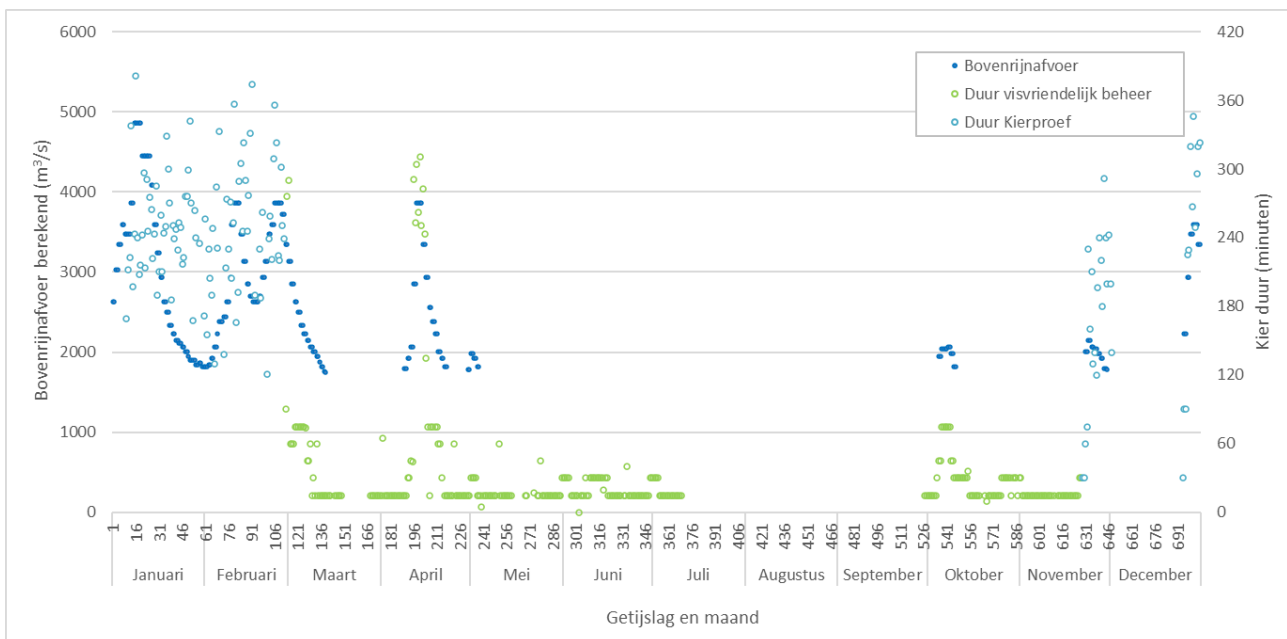
In Figuur 2.2 zijn de gerealiseerde kieropeningen (gesloten bolletjes) en de duur van deze openingen (open bolletjes) als gevolg van de kierproeven weergegeven. De kieropening in de perioden met visvriendelijk sluisbeheer (groene bolletjes) bedroeg doorgaans 25 m²; de kierduur was daarbij doorgaans 30 minuten, met uitschieters tot 320 minuten tijdens perioden met hoge afvoeren, zie ook Figuur 2.3.

De kierproeven zijn in Figuur 2.2 weergegeven in blauw. Tijdens de kierproeven zijn zowel de kieropening (gesloten bolletjes), maar vooral de kierduur (open bolletjes) groter dan tijdens het visvriendelijk beheer. De beschreven kierproeven vonden plaats van 7 januari tot en met 26 februari en van 24 november tot en met 25 december. In de figuur is ook de start van een volgende kierproef zichtbaar (blauwe bolletjes helemaal rechts in de figuur), deze is niet beschreven in deze rapportage.



Figuur 2.2 Kieropening (gesloten bolletjes) en duur van de opening (open bolletjes) in 2022 tijdens vloed (data: Rijkswaterstaat). Op de x-as staan de maanden en de getijslag nummers.

Van 11 juli t/m 30 september was de kier gesloten wegens te lage rivierafvoeren (rode bolletjes). Dit was ook het geval van 3 t/m 25 december in verband met de naleverproef. Daarbuiten was de kier om wisselende redenen een paar dagen dicht, zoals peilbeheersing voor de haven van Moerdijk, storm, overloop van de zoutvang, en dergelijke.



Figuur 2.3 Duur van de kieropening (open bolletjes) in 2022 in relatie tot de Bovenrijnafvoer (data: Rijkswaterstaat). Op de x-as staan de maanden en de getijslag nummers. N.B.: De Bovenrijnafvoer is gecorrigeerd voor de looptijd van het water tussen Lobith (meetpunt) en de Haringvlietsluizen (weergegeven). Alleen afvoeren >1.700 m³/s zijn weergegeven in de data.

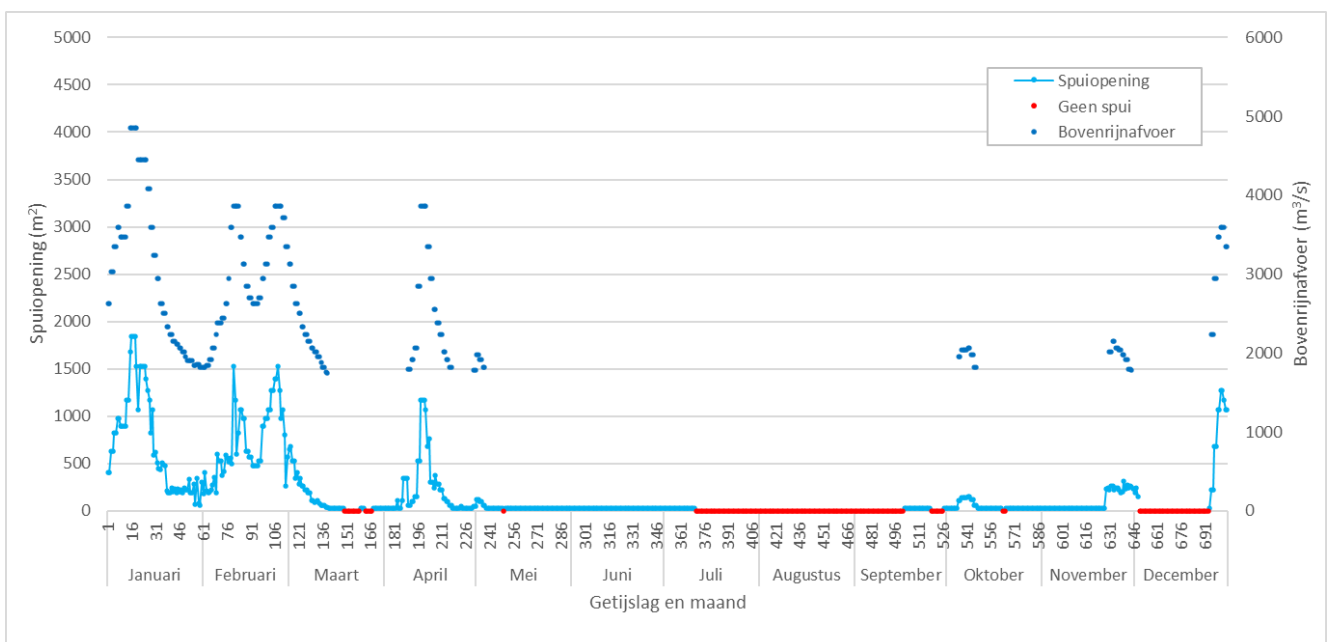


De omvang en (met name) de duur van de openingen zijn grotendeels afhankelijk van de Bovenrijnafvoer, zie Figuur 2.3. De Bovenrijnafvoer is gecorrigeerd voor de looptijd van het water tussen Lobith (meetpunt) en de Haringvlietsluizen (weergegeven). In de figuur is goed zichtbaar hoe de afvoerpieken van begin maart, half april en begin oktober samenvallen met een langere duur van het visvriendelijk beheer.

2.3 Spuien tijdens eb

Bij vloed worden de Haringvlietsluizen beheerd volgens het Lozings Programma Haringvlietsluizen (LPH'84) (De Goederen, 2011). Vanaf een Bovenrijnafvoer $>1.100 \text{ m}^3/\text{s}$ staan de sluisen een klein beetje open bij eb (doorstroomopening van 25 m^2). De sluisen gaan pas verder open vanaf een Bovenrijnafvoer $> 1.700 \text{ m}^3/\text{s}$.

In Figuur 2.4 is de gerealiseerde spuiopening bij vloed in 2022 weergegeven (lichtblauwe lijn, linker as) in relatie tot de Bovenrijnafvoer (blauwe stippen, rechter as). In totaal is tijdens 72% van de getijden water gespuid. Vooral in de winterperiode en het vroege voorjaar is er veel water gespuid. Vanaf mei was de spuiopening beperkt tot het minimum (25 m^2) of werd er in het geheel niet gespuid (Haringvlietsluizen gesloten, rode bolletjes).



Figuur 2.4

Spuiopening van de Haringvlietsluizen tijdens vloed en Bovenrijnafvoer in 2022 (data: Rijkswaterstaat). Op de x-as staan de maanden en de getijslag nummers. N.B.: De Bovenrijnafvoer is gecorrigeerd voor de looptijd van het water tussen Lobith (meetpunt) en de Haringvlietsluizen (weergegeven). Alleen afvoeren $>1.700 \text{ m}^3/\text{s}$ zijn weergegeven in de data.



2.4 Kieren en spuien 2019-2022

Kierstatistiek

Ten opzichte van 2021 is het totaal aantal uren waarop gekierd is in 2022 flink afgenomen: van ruim 1.000 uren naar net iets meer dan 700 uur (zie Tabel 2-2). Ten opzichte van de eerste twee jaren is het aantal uren wel toegenomen (was ruim 600 in 2019 en 2020).

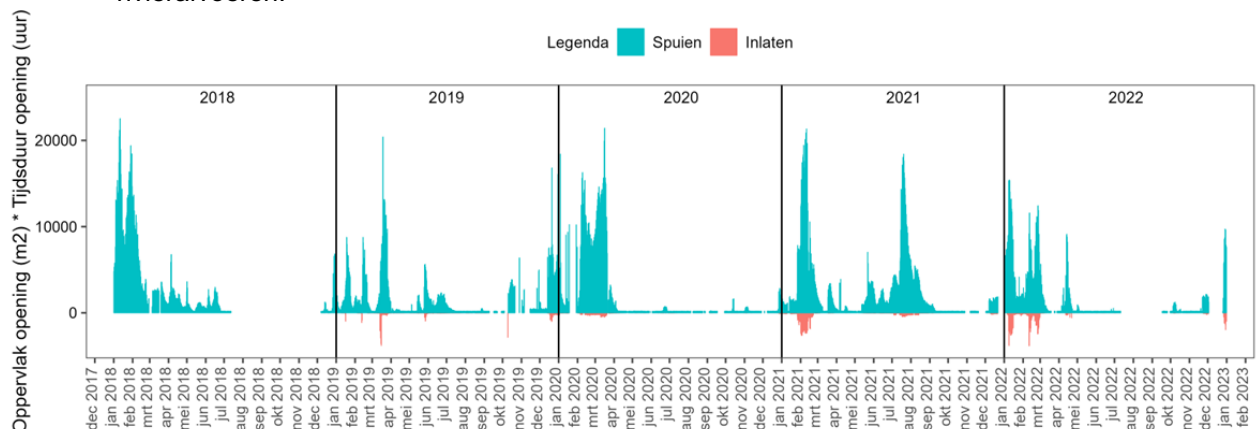
Het percentage van de getijden waarop is gekierd en gespuid is in 2022 het laagste van de periode 2019-2022. Dit hangt samen met de langer periode van sluiting tijdens de zomer en tijdens de naleverproef in het najaar. De percentages geven het aantal sluisopeningen weer ten opzichte van het totaal aantal getijden (in 2022 705 stuks).

Tabel 2-2 Kierstatistiek periode 1-1-2019 t/m 31-12-2022 (Bron: data Rijkswaterstaat).

Kenmerk	2019	2020	2021	2022
Aantal uren gekierd	635	626	1.039	702
% van de getijden gekierd	65%	78%	85%	63%
% van de getijden gespuid	89%	86%	91%	72%

Omvang

Als maat voor de omvang van het kieren en spuien, is het oppervlak van de opening van de spuisluizen vermenigvuldigd met de tijdsduur van de opening, zie Figuur 2.5. Hieruit blijkt dat er vooral in de winter en het vroege voorjaar van 2021 en 2022 een relatief grote hoeveelheid zout water is ingelaten in het Haringvliet. De perioden waarin water is ingelaten, zijn gekoppeld aan perioden waarin ook veel water gespuid wordt, dus bij hoge rivierafvoeren.

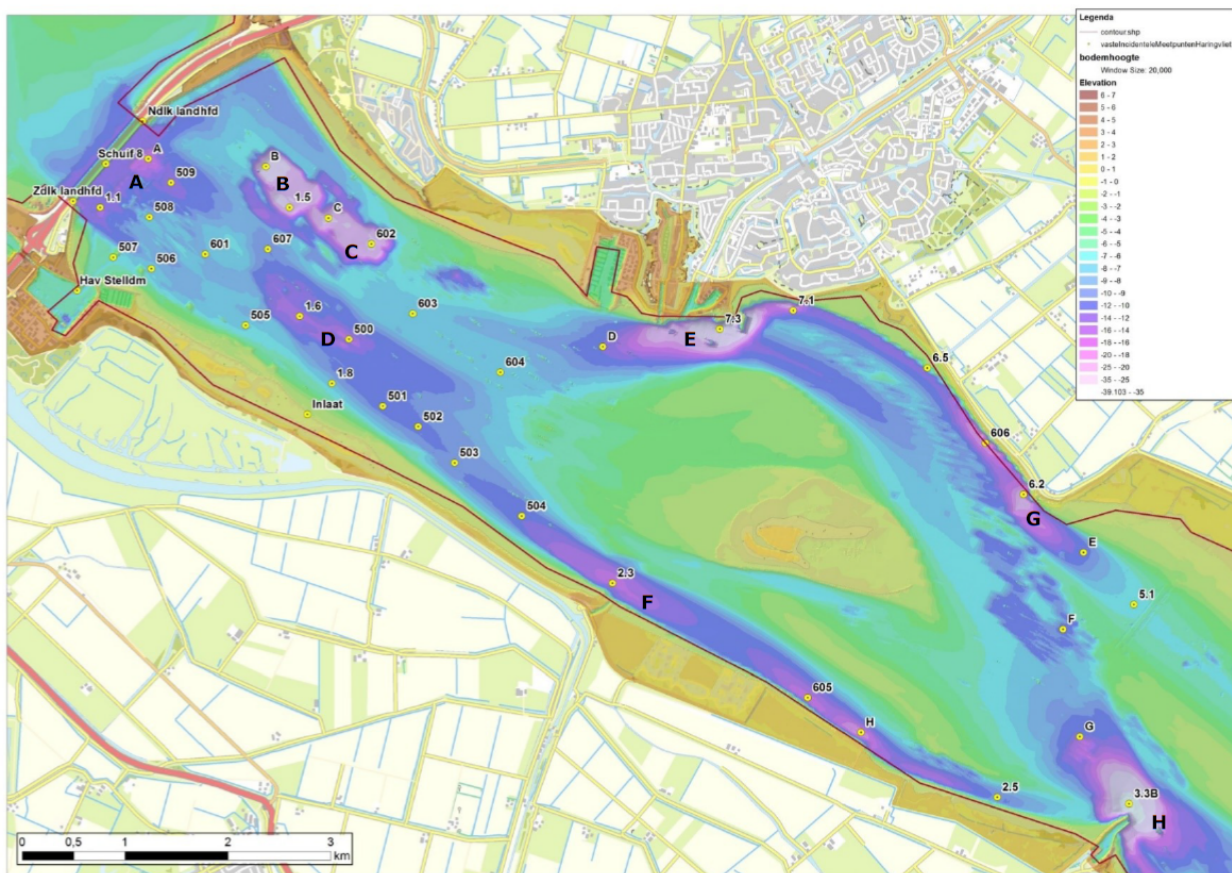


Figuur 2.5 Product van het oppervlak en de tijdsduur van de sluisopening als maat voor de omvang van het kieren en spuien (Kooiman et al., 2023).

3 Abiotische factoren

3.1 Verspreiding van zout in het Haringvliet

Zout water is zwaarder dan zoet water; zout water dat via de Haringvlietsluizen het Haringvliet binnen komt, zakt dan ook vrijwel meteen richting de bodem. Het zout beweegt zich via de bodem en dan met name via de geulen richting het oosten. Daarbij hoopt het zout zich op in diepe putten die zich in het Haringvliet bevinden. In Figuur 3.1 is de ligging van de geulen en diepe putten in het westelijk deel van het Haringvliet weergegeven (paarse en roze tinten). De putten zijn daarbij genummerd van A t/m H, zie Tabel 3-1.



Figuur 3.1 Overzicht putten en geulen van het Haringvliet (Bron: Stone, 2021).

De verspreiding van het zout wordt gevolgd door diverse vaste en mobiele meetpunten. Hierbij wordt het zoutgehalte op verschillende dieptes gevolgd. Voor de ligging en codering van de meetpunten zie Figuur 3.1 (gele bolletjes).



Tabel 3-1 Overzicht en codering van de putten en geulen in het Haringvliet (Stone, 2021).

Put code	Beschrijving	Andere benamingen
A	Zoutvang van de sluizen	
B	Linker van diepe zandwinputten in noordwestelijke deel Haringvliet	
C	Rechter van diepe zandwinputten in noordwestelijke deel Haringvliet	
D	Put ter hoogte van Stellendam	
E	Put ter hoogte van haven Hellevoetsluis	
F	Oude geul tussen Stellendam en Middelharnis	Aardappelengat
G	Diepte ten westen Spuimonding	
H	Diepe put bij Middelharnis	

Het zout dat bij het visvriendelijk sluisbeheer naar binnen komt, wordt opgevangen in de zoutvang van de sluizen (put A). Dit zout wordt tijdens een volgende spuiperiode en als gevolg van de inzet van zoutriolen direct weer naar zee gespoeld. Als gevolg van het visvriendelijk sluisbeheer komt er netto dus geen zout het Haringvliet binnen.

Bij de kierproeven beweegt het zout zich via de bodem en dan met name via de geulen richting het oosten. Bij de naleverproeven wordt de verspreiding van het zout vanuit de diepe putten gevolgd. Hierbij wordt geen of slechts beperkt water naar zee gespoeld.

Zoutverspreiding 2019-2021

Bij de kierproeven beweegt het zout zich via de bodem en dan met name via de geulen richting het oosten. Hierbij verspreidt het zout zich via de bodem van de dichtstbijzijnde put (put A) naar put B/C, D en F. In het algemeen verspreidt het zoute water zich sneller langs de zuidkant in vergelijking met de noordkant vanwege de bodemvorming (de putten aan de zuidkant lopen verder door) en de diepere putten aan de noordkant (deze kunnen meer zout bergen).

Het zout dat bij het visvriendelijk sluisbeheer naar binnen komt, wordt opgevangen in de zoutvang van de sluizen (put A). Dit zout wordt tijdens een volgende spuiperiode en als gevolg van de inzet van zoutriolen direct weer naar zee gespoeld. Als gevolg van het visvriendelijk sluisbeheer komt er netto dus geen zout het Haringvliet binnen.

Tijdens de kierproeven zijn onder in de diepe putten chloride concentraties waargenomen tot 10.000 mg/l. Tijdens de meeste proeven liepen de chloride concentraties op grote diepte minder ver op. De hoogste concentraties werden hierbij waargenomen in de putten nabij de Haringvlietssluizen (m.n. put A en D) en nabij de bodem. De zoet/zout overgang lag daarbij doorgaans rond de 10 meter diepte of dieper. Alleen tijdens de zoetspoelproef van februari 2019 vond een zeer beperkte en tijdelijke verzilting plaats op dieptes tussen 7 en 10 meter (Stone, 2020).

In de ondiepere waterlagen (tot 10 meter diepte) bleef de chlorideconcentratie gedurende de overige proefperioden vrijwel gelijk aan de achtergrondconcentratie. In put D en F is hierbij soms een kortdurende nalevering van de onderlagen naar de bovenlaag waargenomen, maar de chloride concentraties bleven hierbij vrijwel altijd (ruim) onder de 150 mg/l.



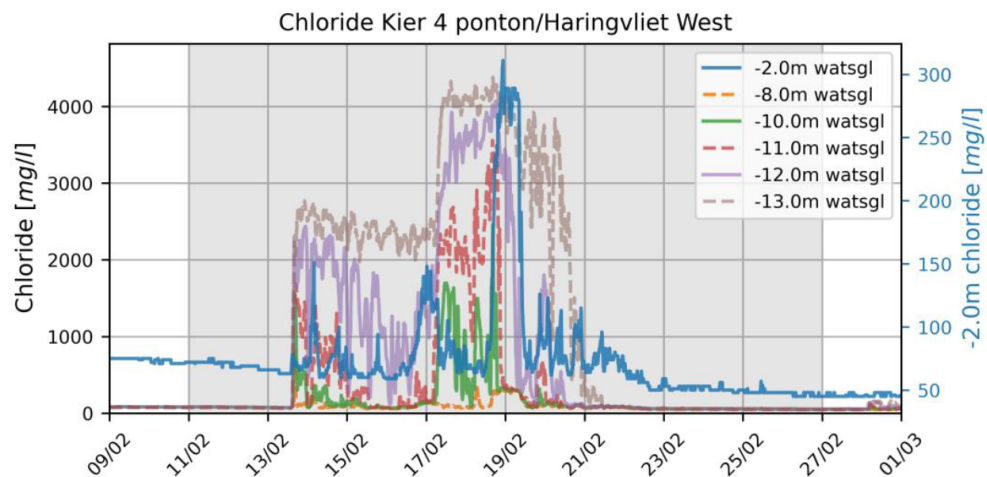
Het algemene beeld van de zoutverspreiding tijdens de kierproeven wordt goed weergegeven door Figuur 3.3 (zie verderop). In deze figuur zijn de chlorideprofielen weergegeven langs een traject aan de noordzijde en zuidzijde van het Haringvliet. In de laag tot 10 meter diepte is het water met chloride concentraties van ca. 140 mg/l zoet. In de putten neemt de chloride concentratie toe naarmate een put zich dichterbij de Haringvlietssluizen bevindt, met de hoogste concentraties in put A (niet weergegeven in Figuur 3.3 en put D (zuidelijke track, tussen 2 en 3 km). Dit hangt samen met de afstand tot de Haringvlietssluizen, maar ook met de drempels tussen de putten. Deze bepalen de hoeveelheid zout die van de ene naar de andere put overloopt, zie ook de tekst bij Figuur 3.3.

Zoutverspreiding 2022

Bij aanvang van kierproef 4 waren het Haringvliet en de putten in het Haringvliet zoet (chloride concentraties <150 mg/l), met uitzondering van put A (Hydrologic, 2023a). Ook de chloride concentratie in de Voordelta was relatief laag als gevolg van het spuien van zoet water bij een toenemende rivierafvoer (<2.500 mg/l), met enige kortdurende pieken. Tijdens de proef bleven de chloride concentraties in het Haringvliet op alle dieptes gelijk aan de achtergrondconcentratie, met uitzondering van put A op 9 januari. De chlorideconcentraties liepen daar kortstondig op tot 500 mg/l op 2 m diepte en 2.000 mg/l op 11 meter diepte (Hydrologic, 2023a).

Tijdens het verloop van kierproef 5 nemen de chloride concentraties in put A en put D op grotere diepte (>10 meter) toe tot resp. 4.000 mg/l en 1.000 mg/l maximaal. De zone <10 meter blijft zoet. Daarbij loopt de chloride concentratie op 2 meter diepte geleidelijk toe van ca. 45 mg/l tot 75-80 mg/l aan het einde van de proefperiode, gelijk aan de achtergrondconcentratie (Hydrologic, 2023b).

Ook gedurende kierproef 6 blijft het Haringvliet zoet, met uitzondering van put A, D en F in de zone >10 meter. In put A is de chloride concentratie tussen 16 en 19 februari op 11 meter diepte verhoogd (tot 8.000 mg/l) als gevolg van de relatief lage rivierafvoeren en een sterke (noord)westenwind (drielingstorm). In put D loopt de chlorideconcentratie vanaf 14 februari op, met name in de diepere delen (>10 meter). Op dat moment wordt er meer water ingelaten, terwijl de rivierafvoer terugloopt. In de diepste delen worden concentraties tot maximaal 4.000 mg/l bereikt. Vanaf 18 februari is er een sterke afname van de chloride concentratie op de diepere meetpunten zichtbaar. Op 18 februari tijdens storm Eunice is er tijdelijke verhoging van de chloride concentratie zichtbaar op 2 meter diepte (tot 300 mg/l), zie Figuur 3.2. Vanaf 21 februari zijn de chlorideconcentraties weer laag op alle dieptes, rond de achtergrondconcentratie. In put F is er een verhoging zichtbaar op 14 en 18 februari. Beneden in de put loopt het zoutgehalte kortstondig op tot maximaal 2.000 mg/l, aan de oppervlakte (2 meter diepte) tot 160 mg/l. Vrijwel direct daarna zakken de concentraties terug naar de achtergrondconcentratie. In de rest van het Haringvliet nemen de chloride concentraties tijdens de duur van de proef op alle dieptes af van ca. 80 mg/l tot ca. 50 mg/l. In de ondiepe lagen (2 meter diepte) boven put E liep de concentratie daarbij kortstondig op tot 120 mg/l (Hydrologic, 2023c).

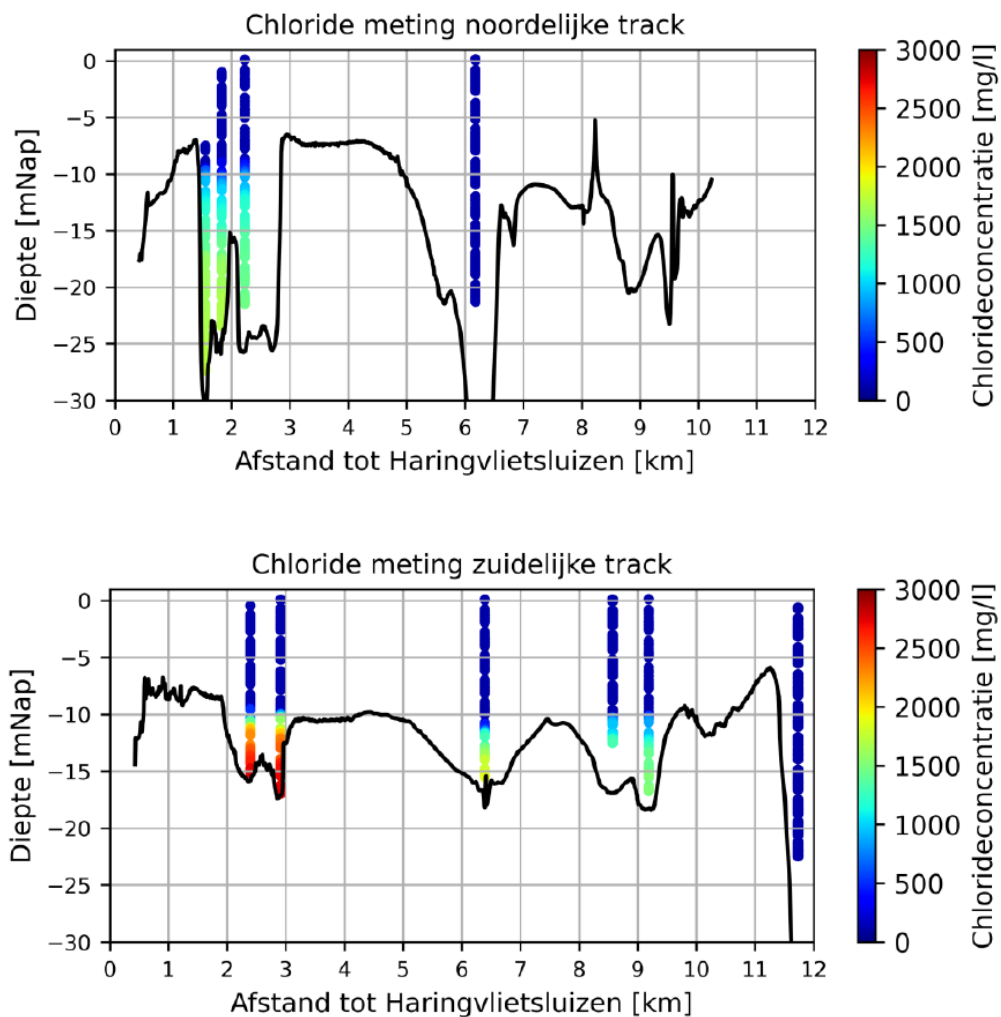


Figuur 3.2 Chloride gehalten op verschillende dieptes in put D tijdens kierproef 6 in 2022 (Hydrologic, 2023c).

Ook tijdens kierproef 7 in het najaar blijft het Haringvliet zoet, met uitzondering van put A, D en F in de diepe delen. In put A vertonen de chloride concentraties op 11 meter diepte fluctuaties als gevolg van het spuien en inlaten, waarbij de concentraties geleidelijk toenemen tot maximaal 7.000 mg/l. In put D nemen de chloride concentraties in de diepere delen geleidelijk toe tot maximaal 2.500 mg/l. In put F is de chloride concentratie op 14.5 meter diepte aan het einde opgelopen tot ca. 1.800 mg/l (Hydrologic, 2023d).

De naleverproef in december levert een vergelijkbaar beeld qua zoutverspreiding: de zone <10 meter diepte blijft zoet en alleen in put A, D en F worden verhoogde zoutgehalten waargenomen op grotere dieptes (>10 meter). In put A neemt het zoutgehalte op 11 meter diepte al snel af in de eerste dagen van de proefperiode en blijft op waarden rond 500 mg/l schommelen. In put D zijn verhoogde chloride concentraties waargenomen vanaf 10 meter diepte (tot 2.500 mg/l). Tijdens de looptijd van de proef zakken deze concentraties op 10 en 11 meter diepte terug naar de achtergrondconcentratie. In put F zijn er alleen verhoogde concentraties waargenomen op 14,5 meter diepte; hier zakken de waarden van ca. 1.900 tot ca. 1750 mg/l aan het einde van de proef.

Op 5 december 2022 zijn bij de start van naleverproef 4 varende metingen uitgevoerd waarbij chlorideprofielen zijn gemeten langs een traject aan de noordzijde en zuidzijde van het Haringvliet, zie Figuur 3.3. De chlorideconcentraties (onderin) in put B en C zijn aanzienlijk hoger dan de chlorideconcentraties in put E (zie figuur noordelijke track). De zoet/zout overgang bevindt zich in beide putten op ca. 10 meter diepte. Vanwege de drempel tussen put B en C neemt de concentratie in put C minder toe dan in put B op dezelfde diepte. De drempel tussen put C en put E ligt op ca. 6 meter diepte. Omdat put C op deze diepte nog zoet is, vindt er geen overloop van zout plaats en blijft put E zoet (chloride concentratie ca. 140 mg/l) (Hydrologic, 2023d).



Figuur 3.3 Chloride gehalten op verschillende dieptes en afstanden van de Haringvliet sluizen op 5 december 2022 via de noordzijde (put A, B, C en E: noordelijke track) en de zuidzijde (put A, D, F en H: zuidelijke track) van het Haringvliet (Hydrologic, 2023d).

Ook langs de zuidelijke track bevindt de zoet/zout overgang zich op ca. 10 meter diepte. In de laag tot 10 meter diepte is het water met chloride concentraties van ca. 140 mg/l zoet. In de putten neemt de chloride concentratie toe naarmate een put zich dichterbij de Haringvliet sluizen bevindt. In put D ligt de zoet/zout overgang op ca. 10 meter diepte, de chloride concentratie neemt hier toe tot ca. 2.800 mg/l. De drempel tussen put D en put F ligt op ca. 10 meter diepte. In put F neemt de concentratie toe tot ca. 1.900 mg/l aan de westelijke kant van de put. De drempel tussen put F en put H ligt op ca. 6 meter diepte. In put H blijft de chlorideconcentratie tot op een diepte van 22 meter gelijk aan de concentratie in de bovenlaag (ca. 140 mg/l).



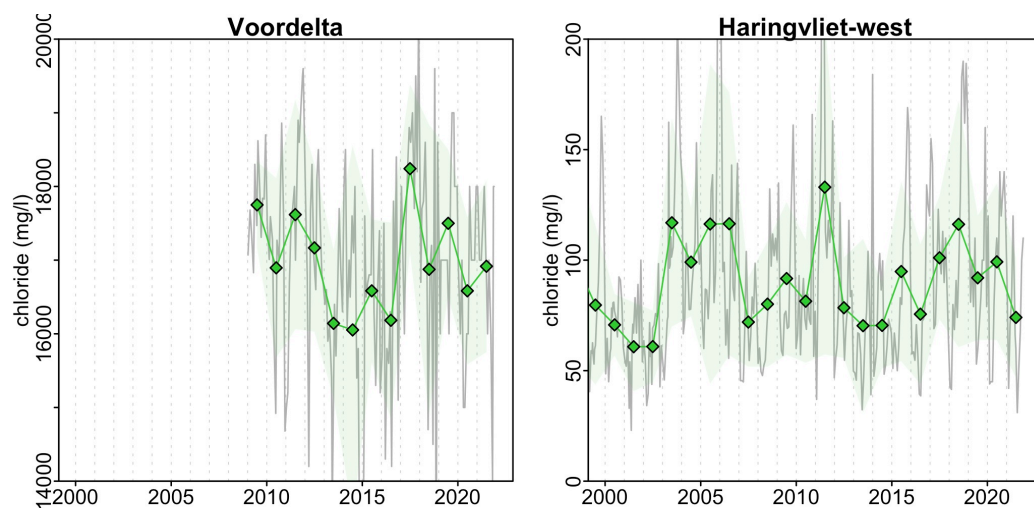
3.2 Fysisch-chemische waterkwaliteit 2019-2022

In dit hoofdstuk worden de bestaande reeksen van fysisch-chemische waterkwaliteitsparameter aangevuld aan de hand van MWTL-gegevens uit 2022. Deze gegevens worden maandelijks verzameld op vaste locaties op 1 m diepte. Er is gebruik gemaakt van de meetgegevens van de locaties Goeree 2 km (Voordelta) en Haringvliet-West (zie Figuur 4.1). De gegevens geven alleen een beeld van de situatie op 1 m diepte, eventuele verziltingseffecten worden met name verwacht bij de bodem.

3.2.1 Chloride

De chlorideconcentraties aan het wateroppervlak verschillen zeer sterk tussen de Voordelta (gemeten op 3,5 m diepte) en het Haringvliet (gemeten op 1,0 m diepte). De Voordelta is zout (polyhalien), terwijl het Haringvliet zoet is ($<150 \text{ mg Cl}^-/\text{l}$).

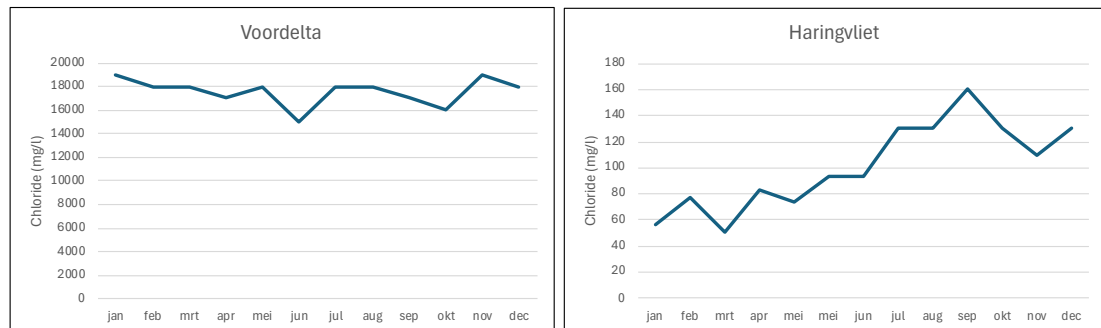
De chlorideconcentraties van de Voordelta en het Haringvliet laten in de loop der jaren geen duidelijke trend zien (Figuur 3-4). In zowel de Voordelta als in het Haringvliet is geen duidelijk effect te zien op de zoutconcentratie in de bovenste meter van de waterkolom.



Figuur 3-4 Chlorideconcentraties voor de Voordelta en het Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs), jaargemiddelde (groen, ruiten) en standaarddeviatie (groen gearceerd). Let op: de schaal verschilt.

De saliniteit in het Haringvliet lijkt vooral samen te hangen met de Bovenrijnafvoer, vergelijk Figuur 3-5 en Figuur 2.3. In 2022 is er geen duidelijk effect te zien van kierproeven op de saliniteit in het Haringvliet op 1 meter diepte (Figuur 3-5). In perioden met hoge afvoer in januari en februari daalde de saliniteit, daarna nam de saliniteit geleidelijk toe. Opgemerkt dient te worden dat de saliniteitsmetingen in het Haringvliet maandelijks worden gedaan op 1 m diepte bij de Haringvlietssluisen. De grootste effecten zijn bij de bodem te verwachten, omdat zout water zwaarder is en dus naar beneden zakt.

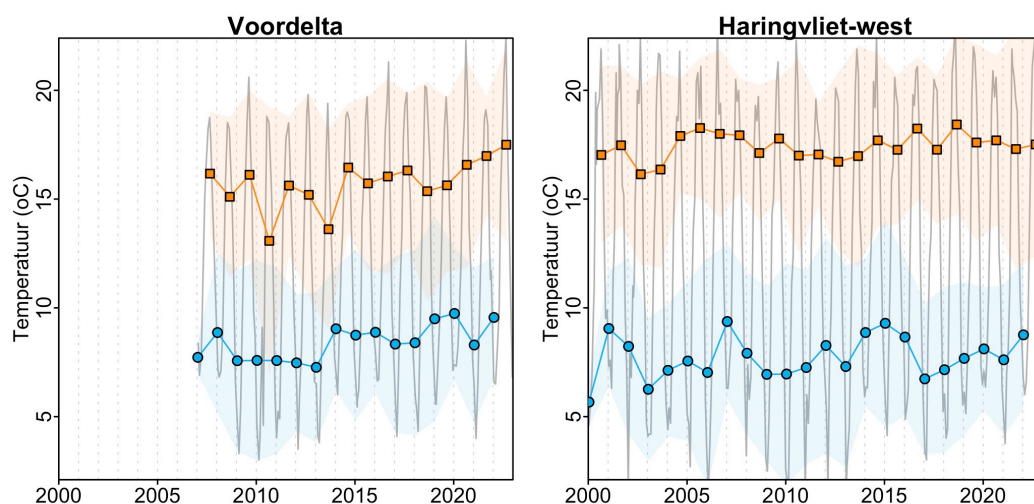
In de Voordelta zou een tegenovergesteld patroon te verwachten zijn, met lagere zoutgehaltes in perioden met hoge afvoeren en veel spui van zoet water, en hogere gehalten in de tussenliggende perioden met weinig spui. Dit patroon is niet duidelijk terug te zien in Figuur 3-5.



Figuur 3-5 Chlorideconcentraties voor de Voordelta en het Haringvliet-west in 2022. Maandelijks gemeten waarden (blauw). Let op: de schaal verschilt.

3.2.2 Watertemperatuur

De watertemperatuur in het Haringvliet verschilt van die in de Voordelta (Figuur 3-6). De Voordelta is direct verbonden met de Noordzee. Dit zorgt voor een sterke buffering van de watertemperatuur. Bovendien wordt het water in de Voordelta beter gemengd door de getijdenbeweging. In het Haringvliet zijn de extremen (laagste en hoogste waarde) groter dan in de Voordelta. Het Haringvliet is kleiner en warmt sneller op en koelt sneller af. Hierdoor zijn de zomergemiddelden (oranje lijn) hoger en de wintergemiddelden (blauwe lijn) lager. Alle gemeten waarden blijven onder de door de KRW gestelde maximum-waarde van 25 °C voor een 'goede toestand' van de waterkwaliteit. De zomertemperatuur in 2022 was in de Voordelta hoger dan in 2021, omdat het water in de herfst en winter minder snel afkoelde dan voorheen.

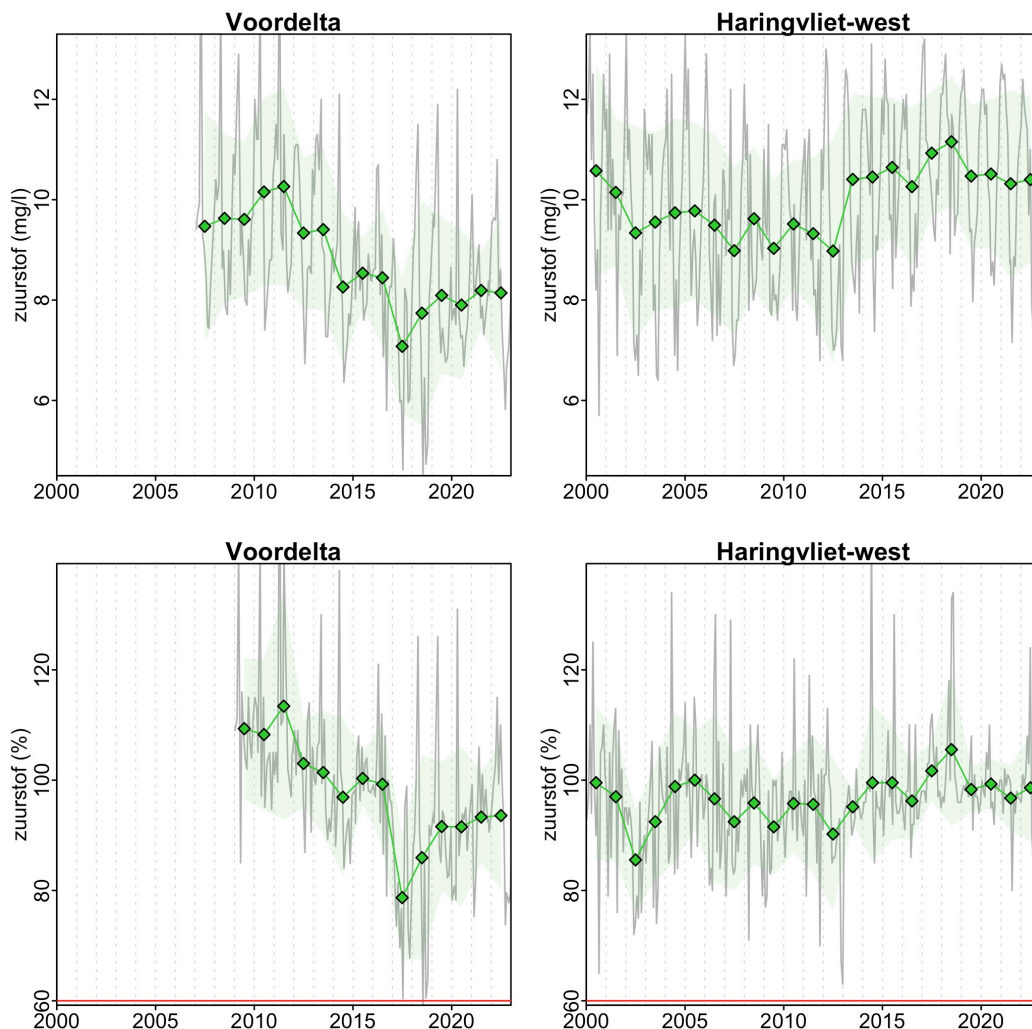


Figuur 3-6 Gemeten temperatuur voor de Voordelta (links) en het Haringvliet-west (rechts) t/m 2022. Gemeten waarden (grijs), zomergemiddelde (april-september, oranje vierkanten) $\pm$ SD (oranje gearceerd), wintergemiddelde (oktober-maart, blauw) $\pm$ SD (blauw gearceerd).



3.2.3 Zuurstofgehalte

De hoeveelheid opgelost zuurstof is een essentiële parameter voor het ecologisch functioneren van waterecosystemen. Voor veel organismen is het zuurstofgehalte in het water cruciaal om te kunnen overleven. De metingen hebben alleen betrekking op de eerste meter van de waterkolom.



Figuur 3-7 Zuurstofconcentratie (mg/l, bovenste figuren) en zuurstofverzadiging (% , onderste figuren) voor de Voordelta en Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs), jaargemiddelde (groene ruiten), en minimumwaarde voor zuurstofverzadiging (rode lijn) (GEP-waarde, >60%).

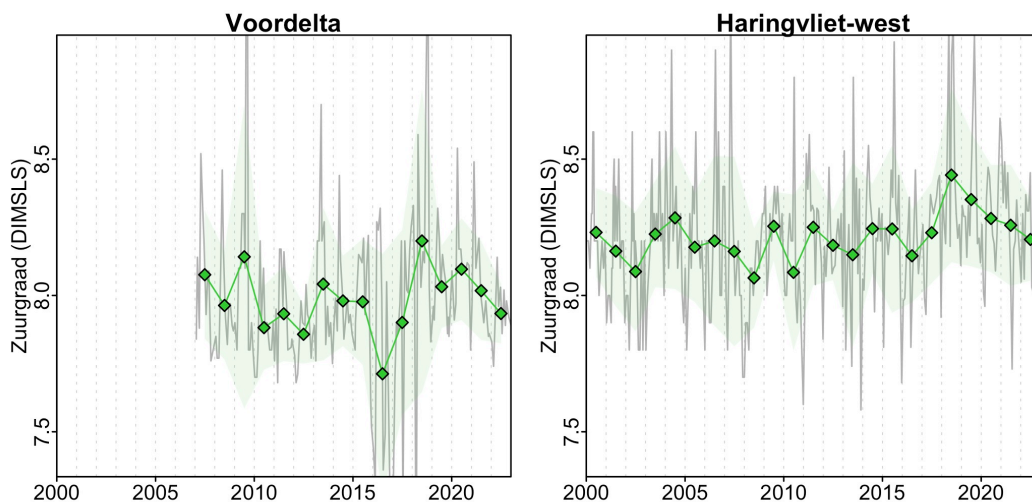
De jaargemiddelde zuurstofconcentraties en zuurstofverzadiging waren in 2022 niet substantieel anders dan in de voorgaande periode (Figuur 3-7). In de Voordelta was er een kleine afname van de jaargemiddelde zuurstofconcentratie ten opzichte van 2021, algemeen is er een afnemende langetermijn-trend. In de Noordzee is sprake van een regionale afname in zuurstofconcentraties in de afgelopen 30 jaar, als gevolg van opwarming en sterkere stratificatie (Topcu & Brockmann, 2015). Dit is vooral een probleem in het centrale gedeelte van de Noordzee, en in mindere mate in het zuidelijk gedeelte, door de sterke stroming door het Kanaal. In het Haringvliet liggen de zuurstofconcentraties



op 1 m diepte hoger dan in de Voordelta. Ten opzichte van 2021 was er een lichte toename in de jaargemiddelde zuurstofconcentratie. Voor de KRW geldt een beoordeling 'goed' als de zuurstofverzadiging op of boven de 60% ligt (GEP). De gemeten waarden hebben in de afgelopen tien jaar zowel in het Haringvliet als de Voordelta altijd ruim boven deze normwaarde gelegen (Figuur 3-7).

3.2.4 pH

De zuurgraad bepaalt deel de soortensamenstelling van een water. Brak water heeft meestal een lagere zuurgraad (pH~6) dan zoet (pH~7,5) en zout (pH~8) water. De zuurgraad wordt beïnvloed door algengroei: algen nemen bij hun groei CO₂ op, waardoor de zuurgraad stijgt. De zuurgraad in de Voordelta en het Haringvliet vertonen sinds 2018 een licht dalende trend (Figuur 3-8), maar dit valt binnen de variatie van de afgelopen 20 jaar.

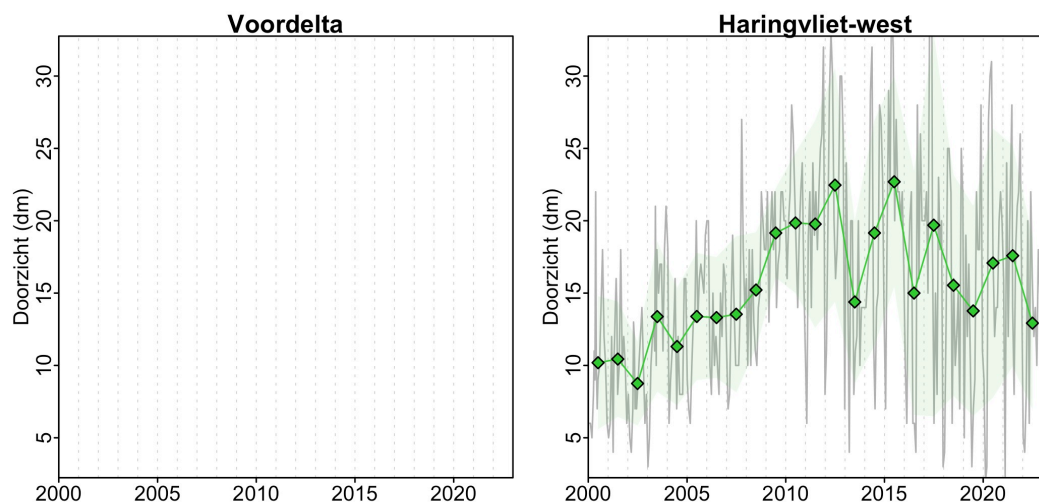


Figuur 3-8 Zuurgraad (pH) van de Voordelta en het Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs) en jaargemiddelde (groene ruiten) $\pm$ SD (groen gearceerd).

3.2.5 Doorzicht en zwevend stof

Het doorzicht bepaalt deels de productiviteit van een watersysteem. Bij een hoog doorzicht kan het licht op veel plekken de bodem bereiken, waardoor waterplanten en benthische algen kunnen groeien. Een troebel systeem met veel sediment en organisch materiaal limiteert deze organismen in hun groei.

Doorzichtgegevens zijn alleen beschikbaar voor het Haringvliet-west, zie Figuur 3-9. Na een toenemend doorzicht tussen 2000 en 2013, lijkt het doorzicht sinds 2013 weer licht af te nemen. Wel is er een enorme variatie in de data, waardoor eventuele veranderingen niet gelinkt kunnen worden aan het kieren. In 2022 was het jaargemiddelde doorzicht lager dan in 2021 en vergelijkbaar met 2019. Door een droog voorjaar en zomer in 2022 is de verblijftijd wat langer, waardoor meer algen tot ontwikkeling kunnen komen (zie ook Figuur 3-11).

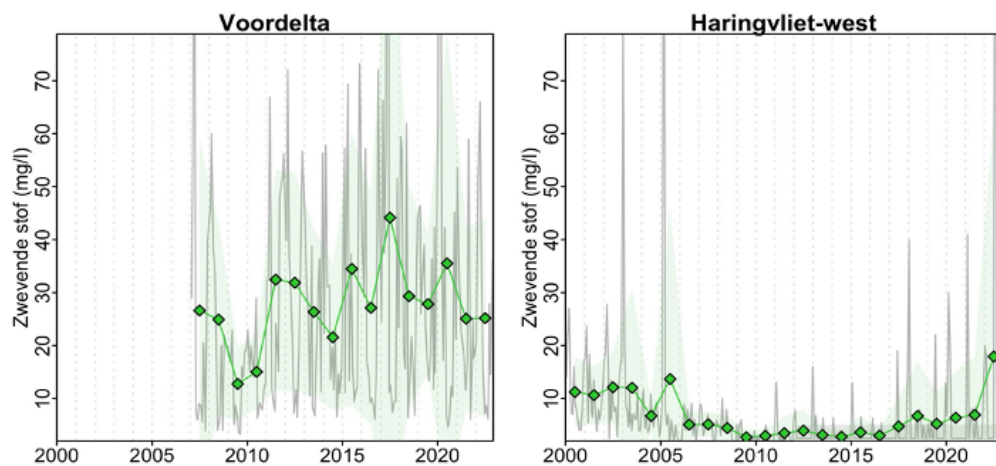


Figuur 3-9 Doorzicht (dm) in Het Haringvliet-West van 2000-2022. Gemeten waarden (grijs) en jaargemiddelde (groene ruiten).

Zwevend stof omvat al het particulier materiaal dat aanwezig is in de waterkolom en dat achterblijft op een filter. Dit zijn zowel cellen (organisch materiaal) als sediment. Zwevend stof dient als een maat voor de troebelheid van het water.

De concentratie zwevend stof is substantieel lager in het Haringvliet dan aan de Noordzeekust (Figuur 3-10). Zwevend stof wordt vanuit de Rijn aangevoerd naar het Hollandsch Diep en het Haringvliet. Door de grote diepte en de lage stroomsnelheden kan hier een groot deel van het aangevoerde materiaal bezinken. De concentratie zwevend stof bij de Haringvlietsluizen is daardoor zeer laag. In het Haringvliet-West zijn de concentraties vrijwel gedurende het hele jaar onder de detectiegrens van het lab (<5 mg/L), en waren er in 2021 slechts drie metingen boven de detectiegrens. Waar dit normaal gesproken in de winter gebeurt, was er in juli 2022 een flinke piek in het zwevend stof in het Haringvliet (170 mg/l). Dit is de hoogst gemeten waarde sinds 2000. Dit is mogelijk te verklaren door een paar regenbuien in de verder uitzonderlijk droge zomer van 2022.

In de Voordelta is meer dynamiek door getij en golfslag, waardoor deeltjes opwervelen en de concentraties in de waterkolom hoger zijn. In de Voordelta zijn de concentraties zwevend stof in 2022 gemiddeld iets hoger dan in 2021, maar blijven de waarden binnen de spreiding van de periode 2011-2020. Alleen in 2017 werden gemiddeld wat hogere waarden gevonden.

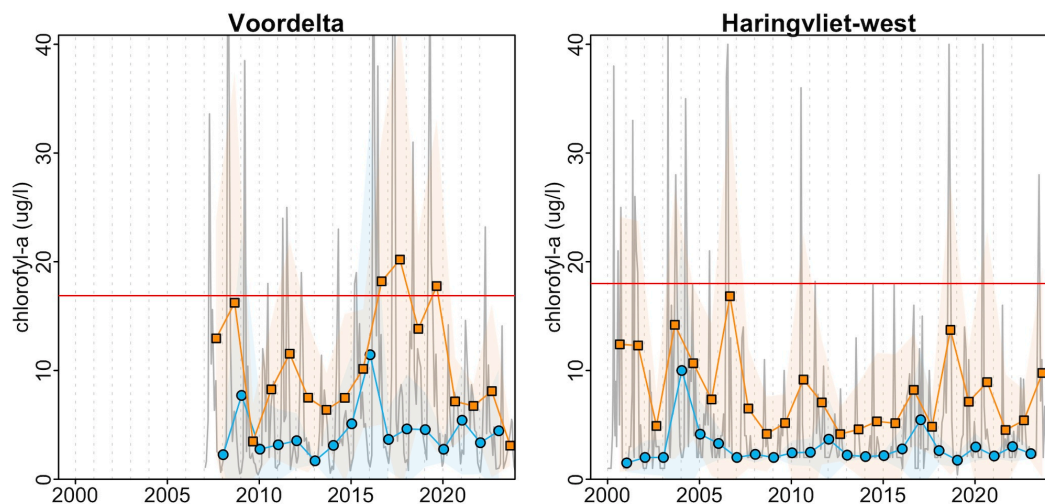


Figuur 3-10 Zwevend stof (mg/l) Voordelta en Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs) en jaargemiddelde (groene ruiten). Sinds 2012 zijn de metingen van het Haringvliet op of onder de detectiegrens (5 mg/L, grijs vlak), waardoor de berekende gemiddelden minder precies zijn dan in de periode ervoor.

3.2.6 Chlorofyl-a

Chlorofyl-a is een maat voor de aanwezige algenbiomassa. Voor de KRW wordt gekeken naar de concentratie chlorofyl in de zomer (van april tot en met september, volgens KRW-protocol). Voor een beoordeling 'goed' dient het zomergemiddelde beneden een vastgestelde waarde (GEP) te liggen. De zomergemiddelde chlorofylconcentratie in het Haringvliet is lager dan die in de Voordelta (Figuur 3-11).

In het Haringvliet is het zomergemiddelde in 2022 licht toegenomen, maar onder het KRW-maximum gebleven, waarmee het GEP behaald wordt. Er lijken geen duidelijke effecten zichtbaar van het kieren. In de Voordelta was de zomergemiddelde chlorofylconcentratie in de periode 2016-2019 hoog, dit is sinds 2020 weer afgenomen, waarmee ook in de Voordelta de GEP-waarde weer bereikt wordt.

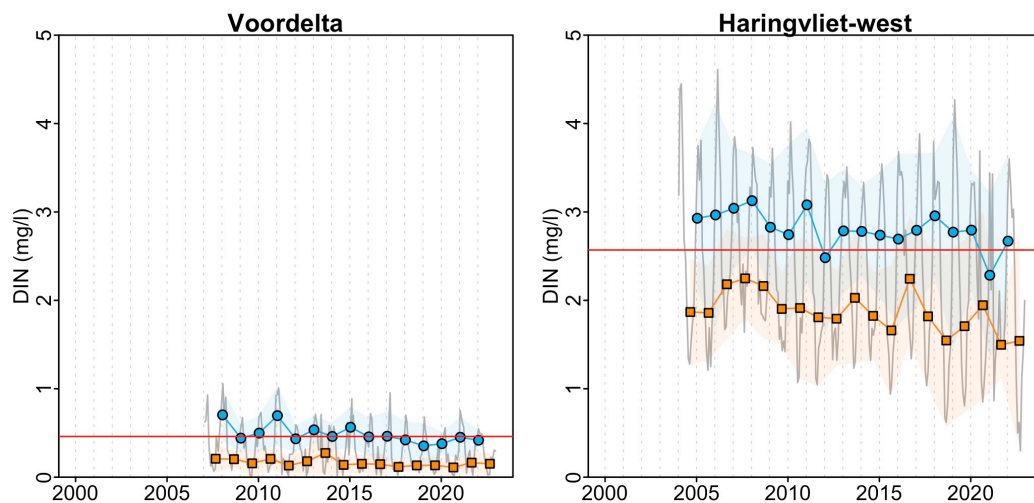


Figuur 3-11 Chlorofylgehalte ($\mu\text{g/l}$) Voordelta en Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs), zomergemiddelde (april-september, oranje vierkanten), wintergemiddelde (blauwe cirkels), en GEP-limiet voor het zomergemiddelde (maximum, rode lijn).

3.2.7 Nutriënten

Opgelost stikstof

Opgelost anorganisch stikstof (dissolved inorganic nitrogen, DIN) is de belangrijkste bron van stikstof voor waterplanten en algen. Deze groep bestaat uit ammonium, nitraat en nitriet. Omdat de concentraties van deze stoffen in het voorjaar en zomer sterk dalen door opname van algen, wordt in kust- en overgangswateren het wintergemiddelde (tussen december en februari) gebruikt als maat voor de KRW. Voor een beoordeling 'goed' dient het wintergemiddelde beneden een vastgestelde waarde (GEP) te liggen (Figuur 3-12). Voor de Voordelta is al jaren sprake van een dalende trend, en ligt het wintergemiddelde van 2021-2022 weer iets lager dan de winter ervoor, waarmee het GEP behaald wordt. In het Haringvliet is de winterconcentratie sinds één waarde onder de maximumwaarde in de winter van 2020-2021, weer toegenomen tot net daarboven, waarmee het GEP niet behaald wordt. De concentratie van opgelost stikstof in de Voordelta en het Haringvliet-west vertoont geen duidelijke relatie met het kieren.

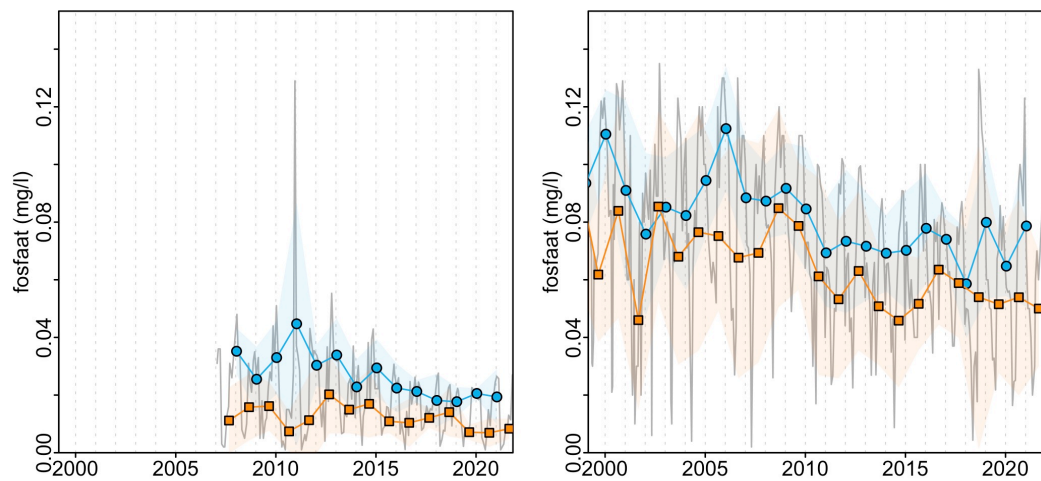


Figuur 3-12 DIN-concentratie (mg/l) in de Voordelta en het Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs), wintergemiddelde (december-januari, blauwe cirkels) $\pm$ SD (blauw gearceerd), zomergemiddelde (oranje vierkanten) $\pm$ SD (oranje gearceerd), en GEP-limiet voor het wintergemiddelde (maximum-waarde, rode lijn).

Opgelost fosfaat

Opgelost anorganisch fosfor (dissolved inorganic phosphorus, DIP) is de belangrijkste bron van fosfor voor veel waterplanten en algen. Deze groep bestaat voornamelijk uit orthofosfaat. Samen met DIN vormt fosfaat één van de belangrijkste sturende factoren van algenbloei. Hoewel deze parameter binnen de KRW niet wordt beoordeeld, is het wel een relevante parameter voor de waterkwaliteit van een systeem. Hoge fosfaatconcentraties kunnen zorgen voor schadelijke algenbloei, met hoge biomassa, zuurstofloosheid door afsterving en mogelijk giftige blauwalgentoxines tot gevolg.

De fosfaatconcentraties in het Haringvliet zijn hoger dan in de Voordelta (Figuur 3-13). Omdat fosfaat afkomstig is van land (vooral door bemesting en afvalwater) zijn de concentraties in de Noordzee lager dan in het Haringvliet-west. In beide gebieden is sprake van een afname van de gemiddelde concentratie, wat een positieve ontwikkeling is. Ten opzichte van de vorige winter is de winterconcentratie fosfaat redelijk stabiel gebleven in de Voordelta, en gestegen in het Haringvliet-west. De concentratie van opgelost fosfaat in de Voordelta en het Haringvliet-west vertoont geen duidelijke relatie met het kieren.



Figuur 3-13 Fosfaatgehalte (mg/l) in de Voordelta en het Haringvliet-west t/m 2022. Gemeten waarden (grijs) en wintergemiddelde (december-februari, blauwe cirkels) $\pm$ SD (blauw gearceerd), zomergemiddelde (oranje vierkanten) $\pm$ SD (oranje gearceerd).

4 Aquatische biologie

4.1 Fytoplankton

Het veranderen van de zoet-zout gradiënten zal effect hebben op alle niveaus van het ecosysteem waaronder de ontwikkeling van de fyto- en zoöplanktensamenstelling. In Verweij & Bultstra (2023), wordt ingegaan op de veranderingen in de fytoplanktensamenstelling in relatie tot de saliniteit in de jaren 2018 tot en met 2022. De belangrijkste bevindingen uit deze rapportage in relatie tot fytoplankton worden in deze paragraaf besproken.

Sinds 2018 wordt op vijf locaties de fytoplanktongemeenschap bemonsterd op twee dieptes, in de oppervlaktelaag op 1 m diepte en in de bodemlaag op 8 m diepte. De monsters worden genomen op één locatie in de Voordelta (KIER 1) en vier in het Haringvliet (KIER 2 t/m 5) (Figuur 4.1). 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 meerjaren gegevens van HARVSS en GOERE2 zijn ter vergelijking meegenomen binnen de discussie en conclusies.

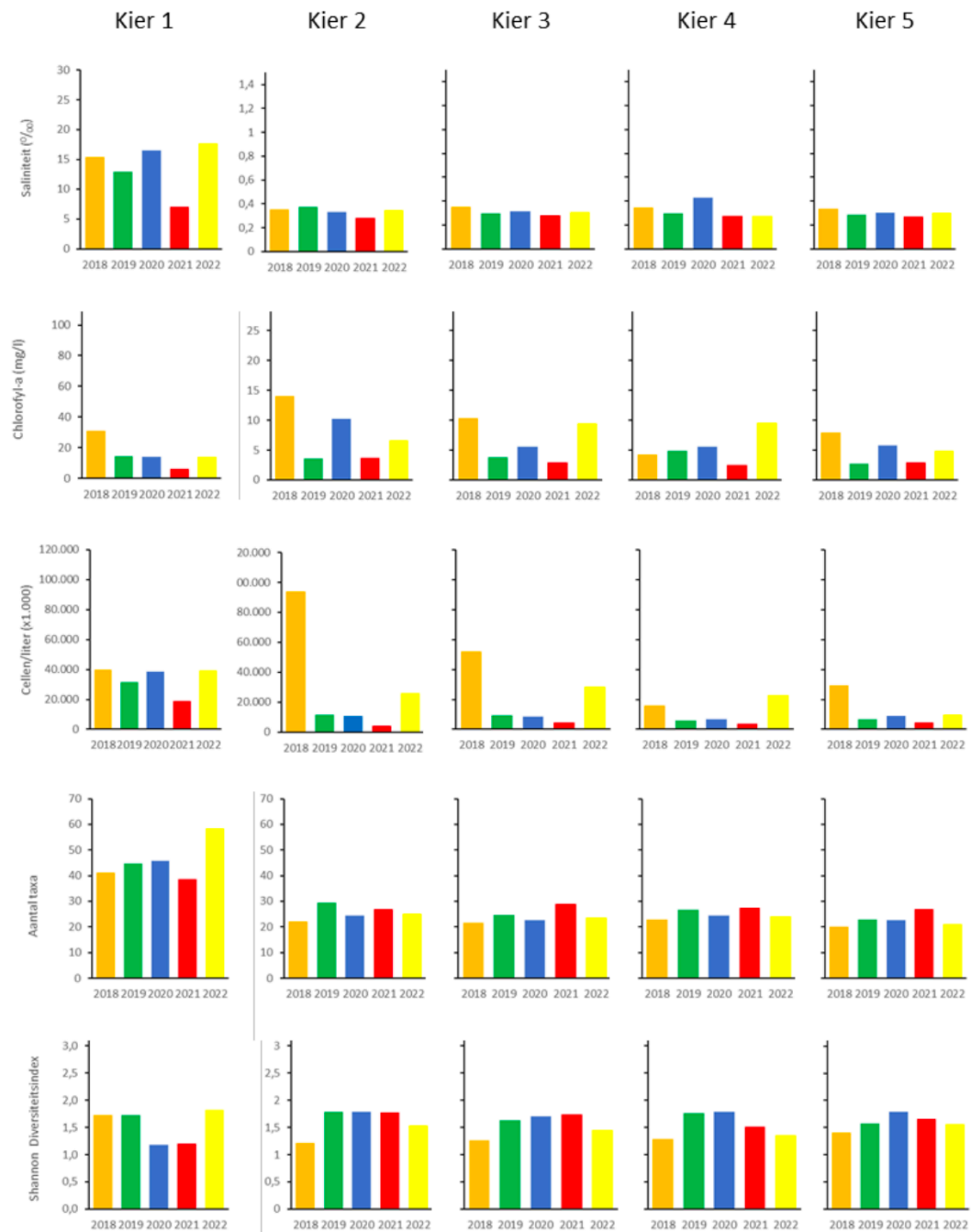


Figuur 4.1 Ligging van de monsterlocaties voor fyto- en zoöplankton: KIER 1 in de Voordelta en Kier 2 t/m KIER 5 in het Haringvliet-west (Verweij & Bultstra, 2023).

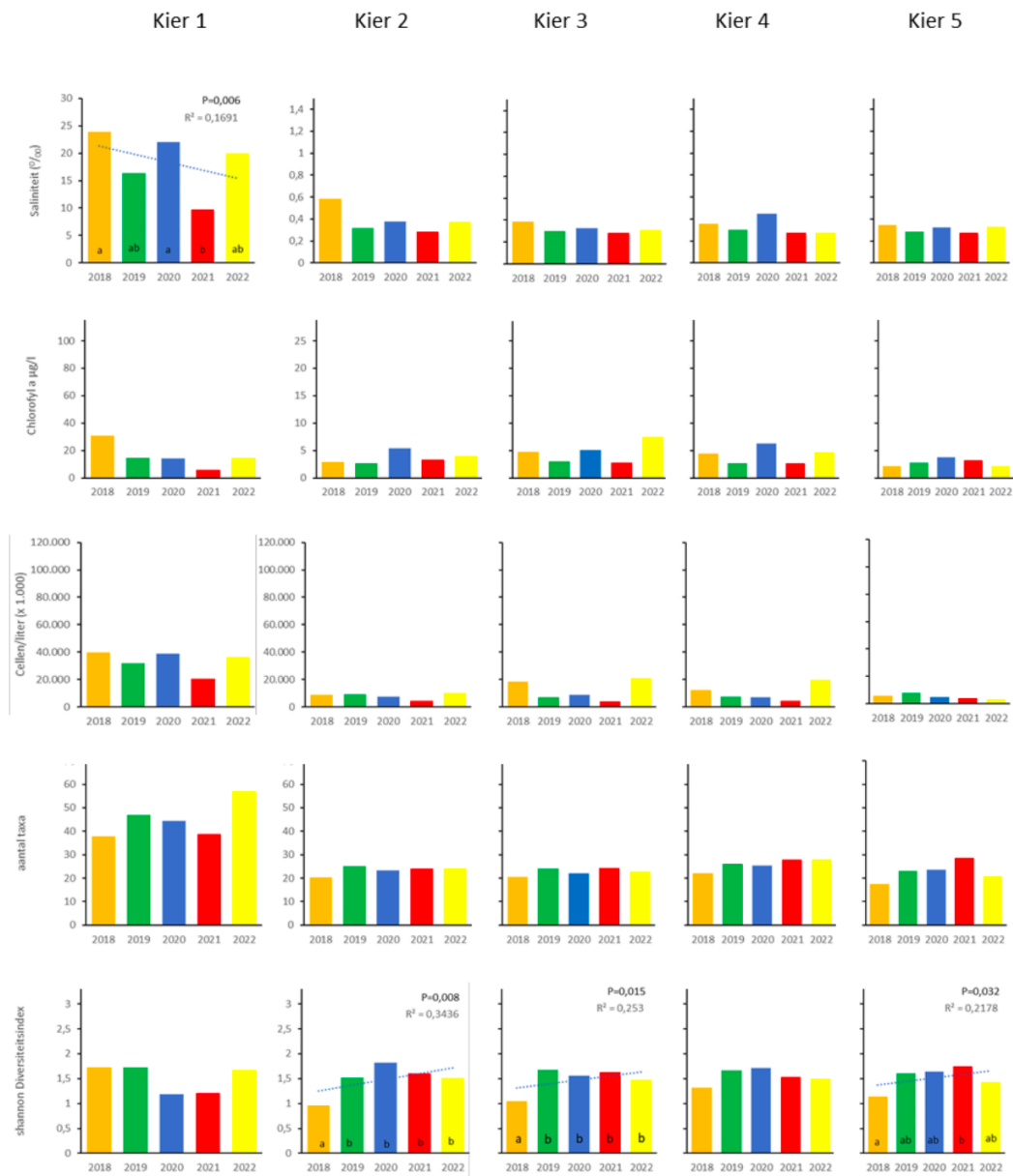


Als de fytoplanktongegevens van de Kier-locaties worden vergeleken met de langjarige fytoplanktonreeks van Haringvlietsluis zijn de overeenkomsten opvallend. De geconstateerde veranderingen in dichtheden van het fytoplankton volgen de jaarlijkse fluctuaties. Hetzelfde geldt voor de samenstelling van het fytoplankton. De veel lagere dichtheden blauwalgen in de periode 2019 - 2021 ten opzichte van 2018 en de hogere waarden in 2022 lijken te passen binnen de trend in andere delen van Nederland. De afname van de blauwalgen en de verandering in fytoplanktonsamenstelling lijkt daarmee niet het gevolg van het kieren te zijn.

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 in de oppervlaktelaag en in de bodemlaag (Figuur 4.2 en Figuur 4.3).



Figuur 4.2 Zomergemiddelden van verschillende parameters in de oppervlaktelaag in de periode 2018-2022. Van links naar rechts de locaties KIER 1 tot en met KIER 5. Van boven naar beneden achtereenvolgend Saliniteit (ter vergelijking); Chlorofyll-a; cellen/liter; aantal taxa en Shannon diversiteitsindex (Verweij & Bultstra, 2023).



Figuur 4.3 Zomergemiddelden van verschillende parameters in de bodemlaag in de periode 2018-2022. Van links naar rechts de locaties KIER 1 tot en met KIER 5. Van boven naar beneden achtereenvolgend Saliniteit (ter vergelijking); Chlorofyl-a; cellen/liter; aantal taxa en Shannon diversiteitsindex (Verweij & Bultstra, 2023).

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.

Op basis van de huidige saliniteitsgegevens kan een verzilting van het Haringvliet niet worden aangetoond. De veranderingen in de planktonsamenstelling 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. De lichte toename van fytoplankton-taxa van brakke milieus in 2020 en 2021 lijkt te stagneren.

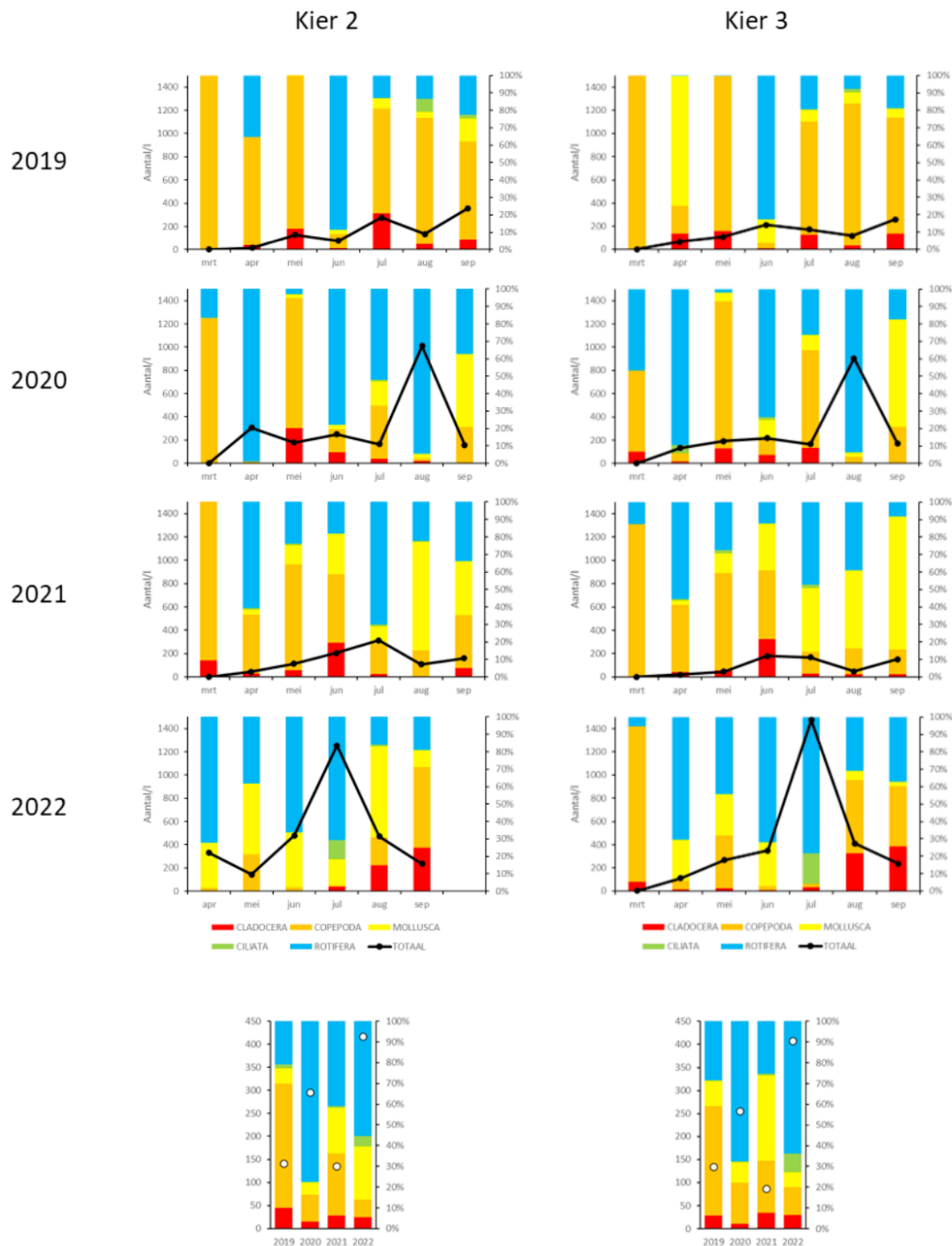
4.2 Zoöplankton

Het herstel van de ecologische verbinding en het vormen van een meer natuurlijke zoet- en zoutovergang zijn twee van de centrale doelstellingen van het kieren van de Haringvlietdam. Een indicator van deze overgang is de zoöplanktongemeenschap (Paalvast, 2016). De ontwikkeling van het zoöplankton is samengevat door Verweij & Bultstra (2023) waarbij gebruik is gemaakt van de door RWS aangeleverde gegevens (Soesbergen & Jonker, 2023).

Vanaf 2018 wordt op de locaties KIER 2 en KIER 3 zoöplankton bemonsterd. Omdat in 2018 op een andere wijze is bemonsterd dan in de overige jaren worden voor het zoöplankton de veranderingen in de periode 2019-2022 besproken.

Dichtheden

De zomergemiddelde dichtheden zoöplankton vertonen jaarlijkse fluctuaties. Over het algemeen zijn de dichtheden in de nazomer (juli-augustus) het hoogst (Figuur 4.4). Zowel de dichtheid als de soortsamenvatting van het zoöplankton zijn op locaties KIER 2 en KIER 3 zeer vergelijkbaar. Op basis van de dichtheden zijn de Rotifera en Copepoda de dominante soortgroepen. In 2022 zijn relatief veel individuen uit de soortgroep Ciliaten aangetroffen. Dit laatste is waarschijnlijk een bemonsteringsartefact en moet als bijvangst gezien worden. Ciliaten behoren namelijk tot het microzoöplankton en dat wordt anders bemonsterd. Het kan zijn dat er tijdens de tellingen van het planktonisch zoöplankton kolonies van ciliaten aangetroffen zijn op een Copepode of een schelp, of kolonies zijn losgekomen van het substraat. Deze kolonies kunnen bestaan uit tientallen cellen, een enkele waarneming van een kolonie levert daarmee een groot aantal individuen per liter op.



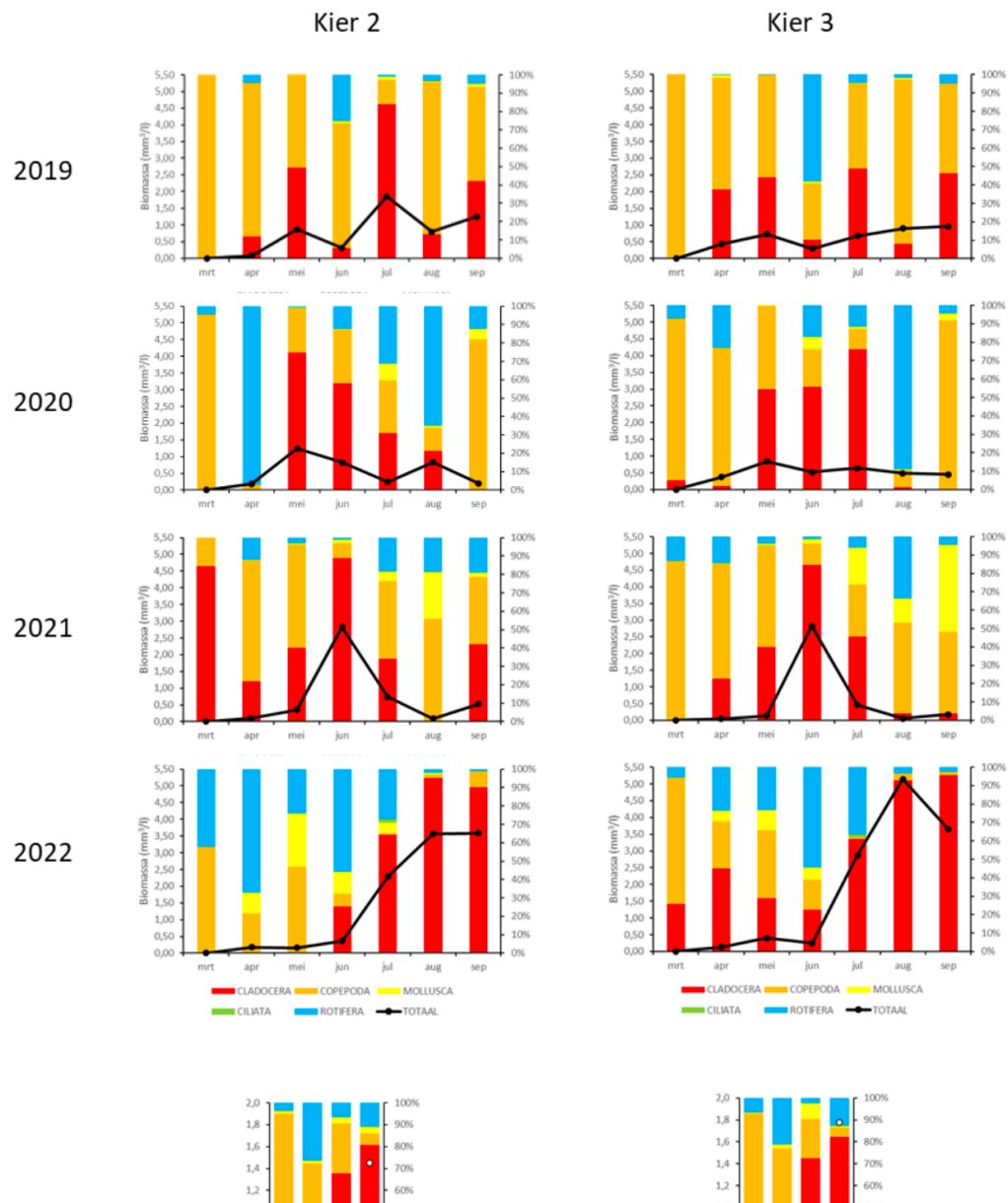
Figuur 4.4 De maandgemiddelde dichtheden zoöplankton (cirkel) op de locaties KIER2 (links) en KIER3 (rechts) onderverdeeld in taxonomische hoofdgroepen (gekleurde balken, procentueel). Van boven naar beneden de meetjaren 2019-2022. De onderste grafieken geven de zomergemiddelde dichtheden per jaar weer (Verweij & Bultstra, 2023).

Biovolume en soortsamenstelling

Ook de zomergemiddelde biovolumes van zoöplankton vertonen jaarlijkse fluctuaties. Over het algemeen zijn de biovolumes in de nazomer (juli-augustus) het hoogst (Figuur 4.5). In 2022 werden de hoogste biovolumes in augustus en september gemeten. Zowel de



dichtheid als de soortsaamenstelling van het zoöplankton zijn op locaties KIER 2 en KIER 3 zeer vergelijkbaar. Op basis van de zomergemiddelde biovolume is Cladocera de dominante soortgroep. In 2022 zijn relatief veel individuen uit de soortgroep Ciliaten aangetroffen. Deze soortgroep bestond voornamelijk uit *Epistylis rotans* en *Epicarchesium pectinatum*. Dit zijn beide soorten die leven in kolonies en groeien op allerlei substraten, het zijn dus geen planktonische soorten. De aantalsontwikkeling van Ciliaten heeft bij de huidige monsterstrategie weinig zeggingskracht.



Figuur 4.5 De maandgemiddelde biovolume zoöplankton (cirkel) op de locaties KIER2 (links) en KIER3 (rechts) onderverdeeld in taxonomische hoofdgroepen (gekleurde balken, procentueel). Van boven naar beneden de meetjaren 2019-2022. De onderste grafieken geven de zomergemiddelde biovolume per jaar weer (Verweij & Bultstra, 2023).



Eurytemora affinis

In de zone van zout naar zoet kunnen zich mogelijk eenoogkreeftjes vestigen (behorend tot het zoöplankton), waaronder specifiek Eurytemora affinis. Deze soort weet zich goed staande te houden in een brede range van de saliniteitsgradiënt en turbiditeit. De enorme aantallen waarin deze copepode voor kan komen en de rol in het voedselweb (belangrijkste voedsel voor aasgarnalen, vislarven, haring, sprot) maken het tot een belangrijk sleutelorganisme (als doorgeefluik van energie) binnen het estuariene ecosysteem. Het voorkomen van deze soort is een belangrijke indicatie van de mate van estuaria herstel en dus een maat voor de effectiviteit van de Kier (Paalvast, 2016). Daarom wordt speciaal aandacht besteed aan deze bijzondere soort in de rapportages over de ecologische effecten van het 'lerend implementeren' van het Kierbesluit.

Eurytemora affinis is in 2022 in tegenstelling tot de vier eerdere meetjaren niet aangetroffen. Omdat ook hogere dichtheden van het genus *Synchaeta*, een karakteristiek genus voor estuaria, het gevolg kunnen zijn van het kieren', zijn de dichtheden van dit genus ook opgenomen in onderstaande tabel. Voor 2021 konden de soorten van dit genus niet op naam gebracht worden omdat de monsters geconserveerd geanalyseerd werden. In 2021 is een deel van de monsters levend geanalyseerd en zijn twee soorten gevonden, *Synchaeta kintina* en *S. stylata*. In 2022 is ook *Synchaeta oblonga* aangetroffen. Op basis van het beperkt aantal meetjaren valt nog weinig te zeggen over de ontwikkelingen van dit genus.

Tabel 4-1 Zomergemiddelde dichtheid *Eurytemora* en *Synchaeta* (aantal/l) in: 2019, 2020, 2021 en 2022. NB. Van 2018 wordt alleen aangegeven of de soorten aanwezig waren (=a) (Bron data: Soesbergen, 2021; 2022 en Soesbergen & Jonker, 2023).

	Locatie	2018	2019	2020	2021	2022
<i>Eurytemora affinis</i>	Kier2	a	2,25	0,77	0,56	-
	Kier3	a	3,16	0,19	0,20	-
<i>Eurytemora carolleeae</i>	Kier2	-	-	-	0,06	-
	Kier3	-	-	-	0,35	-
<i>Synchaeta spec</i>	Kier2	-	13,14	146,28	26,74	93,61
	Kier3	a	19,65	88,86	9,78	89,79

Net als met het fytoplankton zijn de veranderingen in de zoöplanktongemeenschap niet toe te schrijven aan veranderingen in de saliniteit, maar gaat het om jaarlijkse fluctuaties. De aangetroffen taxa hebben overwegend een voorkeur voor een zoet tot zoetbrak milieu. Net als bij het fytoplankton kent de ontwikkeling van het zoöplankton een seizoen dynamiek waarbij vaak een duidelijke voorjaars- en najaarsbloei optreedt. De bloeien zijn temperatuur gestuurd en door stijging van de gemiddelde watertemperatuur is het denkbaar dat de bloeiperiodes veranderen. In 2022 heeft de laatste bemonstering op 28 augustus plaatsgevonden. Door de 'vroeg' laatste bemonstering is het zeer denkbaar dat in de maanden september en oktober nog bloeien zijn opgetreden, maar dat die in dit geval gemist zijn.



4.3 Vegetatie

Kwelders en zeegrasvelden

O2b wateren zijn niet geschikt voor zeegras (Reitsma *et al.*, 2019), zeegras maakt dan ook geen deel meer uit van de macrofyten maatlat voor O2b wateren (pers. meded. M. Muller). Kwelderareaal is niet meer gemeten in de Rijnmaasmonding sinds 2012.

Ecotopen

Er is geen ecotopenkartering uitgevoerd in de Rijnmaasmonding sinds 2018, pas in 2024 staat een nieuwe kartering op het programma. Die kaarten zijn gereed in 2025 (<https://waterinfo-extra.rws.nl/monitoring/biologie/ecotopen/>).

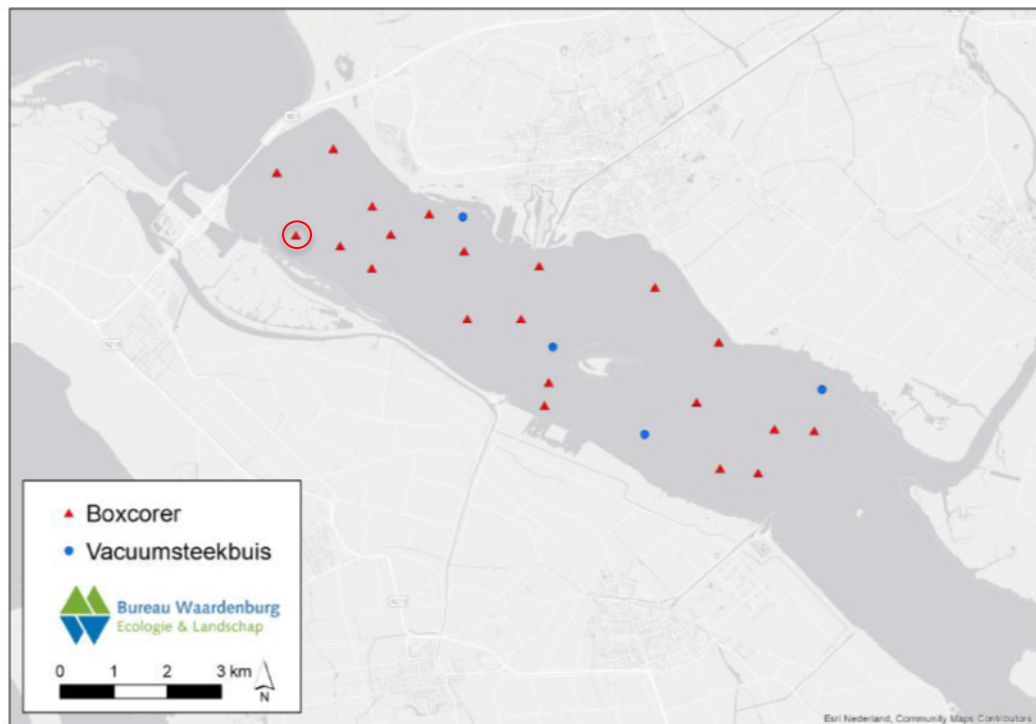
Wieren

Er zijn geen inventarisaties aan wieren uitgevoerd na 2006.

4.4 Macrofauna

In het water leven talloze kleine ongewervelde waterdieren, oftewel de macrofauna. Ze zijn met het blote oog zichtbaar, maar lastig te vinden omdat ze vaak verborgen zitten tussen waterplanten, bladeren, stenen of in de waterbodem. Er zijn duizenden soorten elk met een eigen habitatvoorkeur, voedingswijze en bewegingsgedrag. Voorbeelden van enkele soortengroepen zijn de slakken, kokerjuffers, eendagsvliegen en kevers.

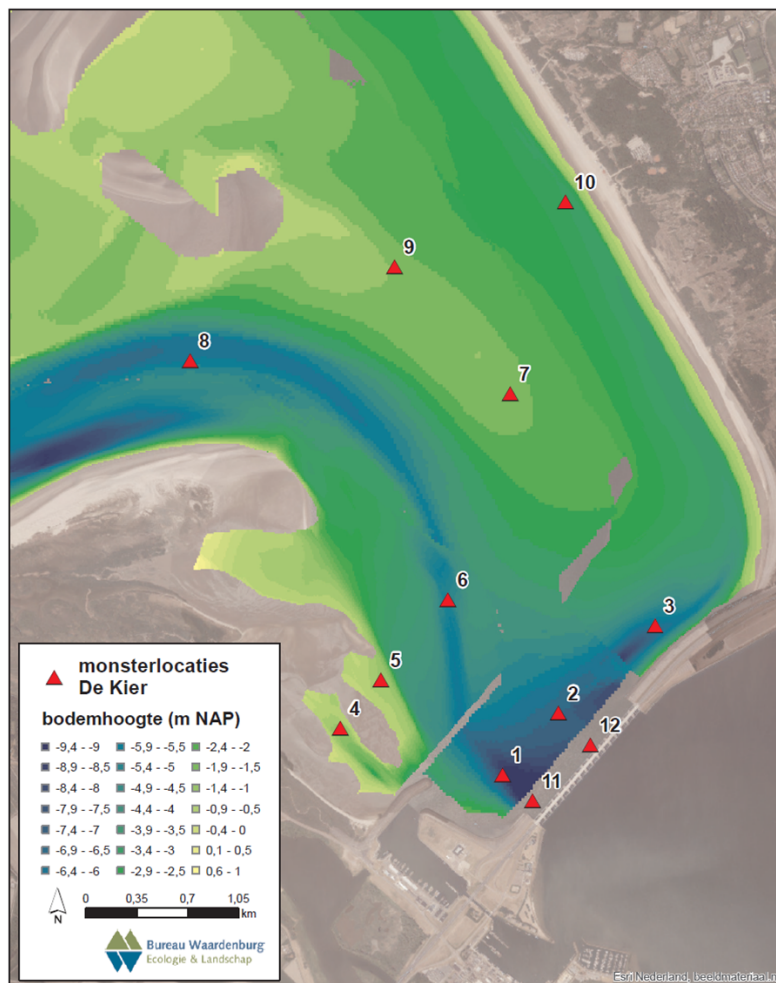
In het Haringvliet-west wordt de bodem vanaf 2017 jaarlijks op 24 locaties bemonsterd conform de strategie van overgangswateren (watertype O2). In 2019 zijn hier twee locaties aan toegevoegd (locatie 25 en 26), zie Figuur 4.6. Hierbij zijn de locaties ingedeeld op basis van de waterdiepte: 1-3 meter (4 monsterpunten), 3-5 meter (4 monsterpunten), 5-10 meter (10 monsterpunten) en >10 meter (8 monsterpunten). Voor de bemonstering van de monsterpunten in de diepteklasse 1-3 meter wordt gebruik gemaakt van een vacuümsteekbuis. Voor de diepere monsterpunten wordt de boxcorer gebruikt. Dit is een ronde happer die verticaal in de bodem wordt afgezonken. De monsters worden geanalyseerd op de aanwezige soorten, aantallen (abundantie) en biomassa.



Figuur 4.6 *Monsterlocaties macrofauna in het Haringvliet-west. Monsterpunt 9 is rood omcirkeld (zie verderop in de tekst bij zouttolerantie)*

Aan de kant van de Voordelta wordt de macrofauna niet routinematig bemonsterd. In 2021 is hier nader onderzoek gedaan naar de macrofauna (Kruijt *et al.*, 2022). Doel van het onderzoek was om in kaart te brengen welke soorten er in de Voordelta leven en welke soorten potentieel kunnen migreren naar het Haringvliet.

Zowel in het voorjaar (9 maart) als in het najaar (21 september) van 2021 zijn 12 locaties bemonsterd op macrofauna. Hierbij zijn ook sedimentmonsters genomen. Bij het bepalen van de locaties is rekening gehouden met verschillende dieptezones, zoals de vaargeul, de intergetijdenzone en de zone hier tussenin, zie Figuur 4.7.



Figuur 4.7 Monsterlocaties macrofauna in de Voordelta in 2021 (Kruijt *et al.*, 2022).

4.4.1 Haringvliet-West

KRW

De macrofaunagemeenschap in de overgangswateren wordt beoordeeld met de BEQI2-maatlat, die is samengesteld uit drie deelmaatlaten (van der Molen *et al.*, 2018):

- Soortenrijkdom (aantal soorten/taxa);
- Shannon index (maat voor diversiteit);
- AMBI (AZTI Marine Biotic Index; iedere soort heeft een eigen AMBI-waarde).

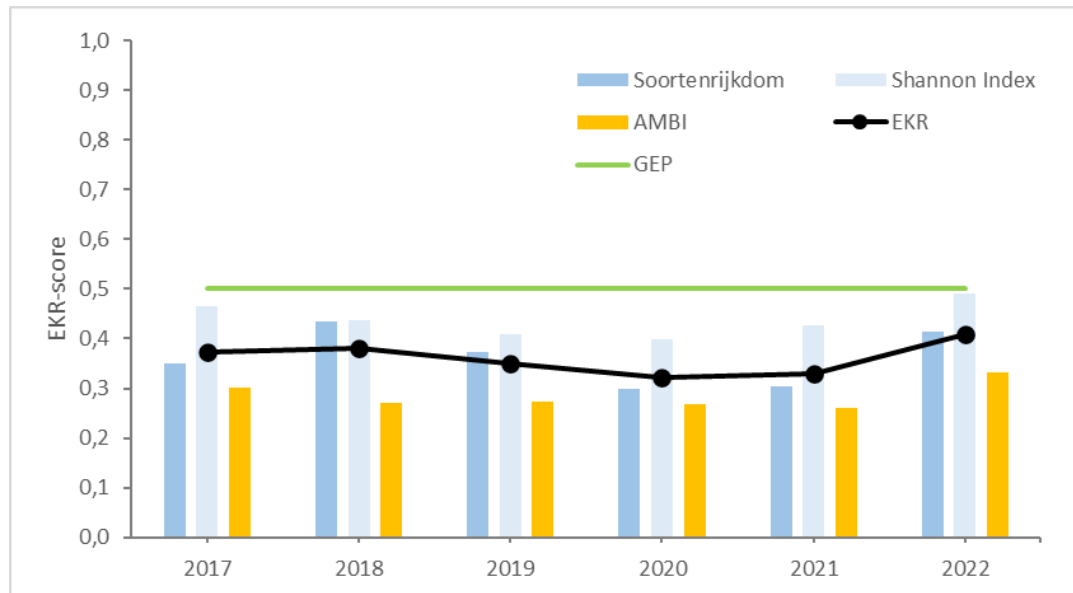
De maatlat wordt alleen toegepast op monsters uit het sublitoraal, de ondiepe monsters (waterdiepte 1-3 meter; monsterpunten 1 t/m 4) blijven buiten beschouwing.

Het resultaat (de EKR-score) geeft aan in hoeverre de macrofauna afwijkt van de natuurlijke referentie (maximale score 1,0). Als gevolg van onomkeerbare veranderingen in het watersysteem en het gebruik, is de KRW-doelstelling (het 'GEP') lager dan die maximale score. De GEP voor macrofauna in het Haringvliet-west bedraagt 0,50.

De EKR-score ligt met waarden tussen de 0,32 en 0,41 ruim onder de doelstelling, zie Figuur 4.8. Vanaf 2018 neemt de score licht af om daarna weer toe te nemen tot 0,41 in

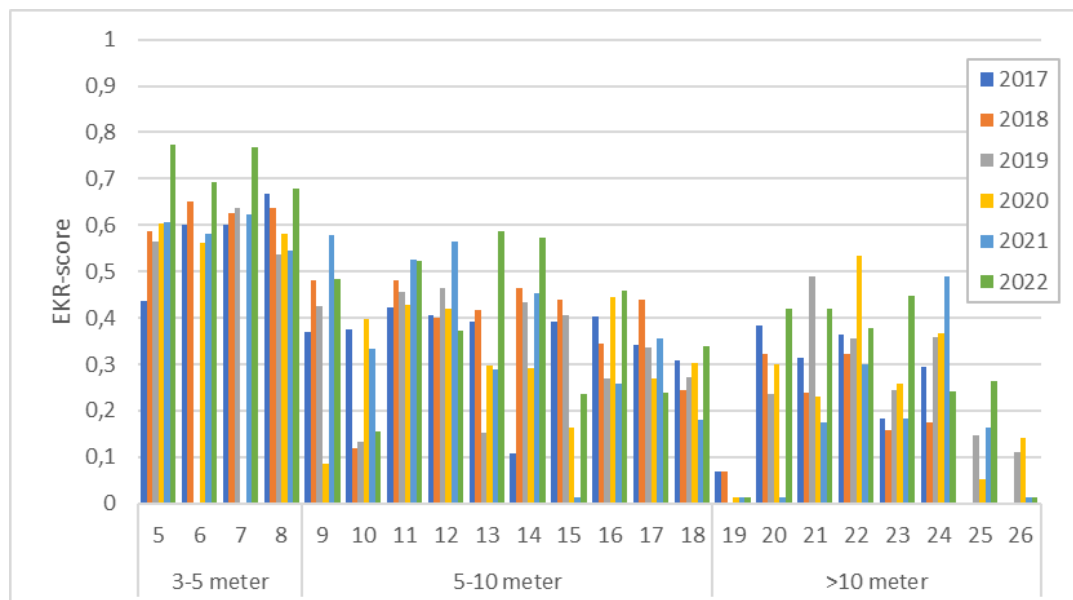


2022, de hoogste score uit de reeks. Alle drie de deelmaatlaten scoren lager dan de doelstelling, waarbij de AMBI het meest afwijkt. De score voor de deelmaatlaten volgt dezelfde trend als de EKR-score met de laagste scores in 2020.



Figuur 4.8 Ecologische toestand voor macrofauna voor het waterlichaam Haringvliet-west ten opzichte van de doelstelling (het GEP: Goed Ecologisch Potentieel).

Er is een duidelijk verband tussen de EKR-score en de diepte. De ondiepe monsters (3-5 meter) scoren beduidend beter dan de monsters uit de diepteklassen 5-10 en >10 meter. Hierbij kunnen de scores van jaar tot jaar (flink) verschillen (Figuur 4.9).



Figuur 4.9 Ecologische toestand voor macrofauna per monsterpunt (5 t/m 26) per jaar (2017-2022), geordend naar diepteklasse.

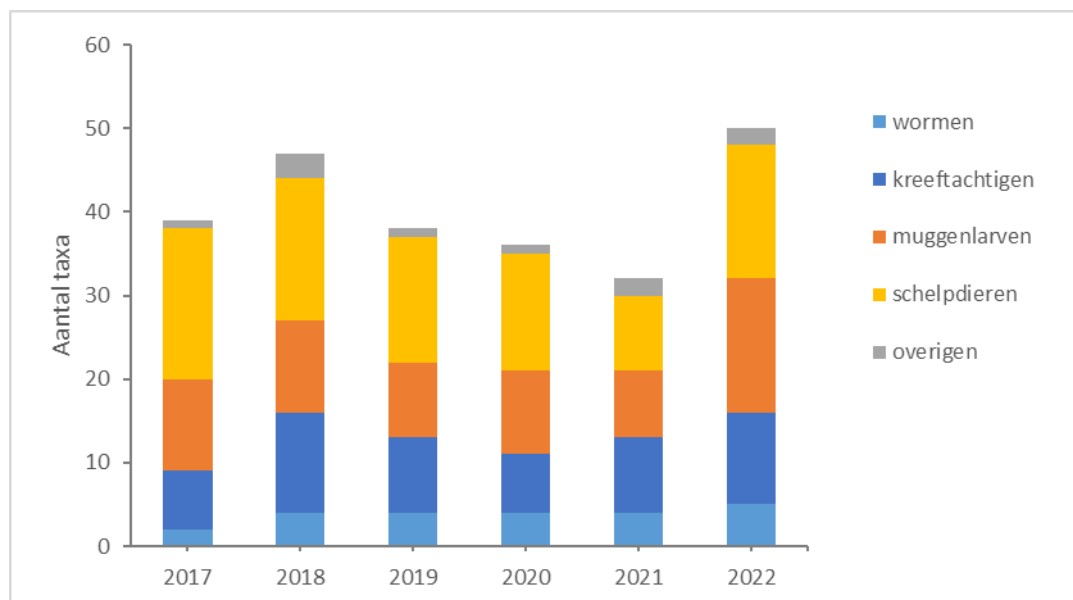
Bij de scores per locatie is geen duidelijke trend zichtbaar. Wel scoort het jaar 2022 (groene balkjes) op een flink aantal locaties een stuk beter dan de voorgaande jaren. Verder valt



op dat er bij de diepteklassen 5-10 en >10 meter regelmatig monsters tussen zitten met een erg lage score (ca. 0,1 of lager). Dit kan samenhangen met de bemonsteringswijze: op elke locatie wordt slechts één hap genomen met de boxcorer; dit maakt de kans op uitschieters groot. Drie locaties scoren permanent laag (19, 25 en 26), deze liggen allen in de diepteklasse >10 meter.

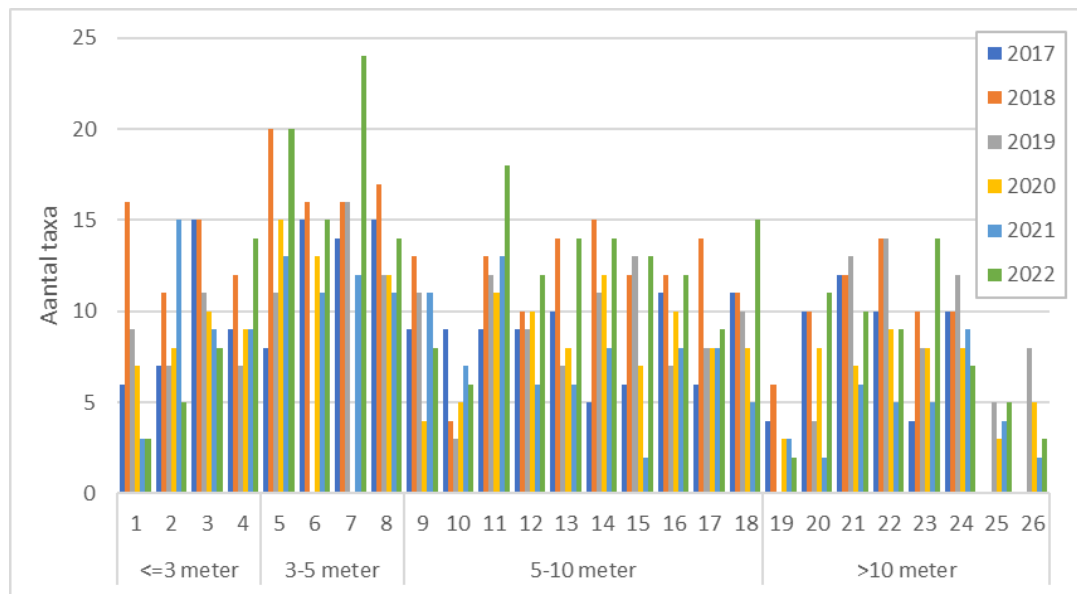
Soorten en dichtheden

De meest frequent voorkomende soorten in de bodem zijn wormen (*Oligochaeta*), de slakken Jenkins' waterhorentje (*Potamopyrgus antipodarum*) en de vijver-pluimdrager (*Valvata piscinalis*), tweekleppigen uit het geslacht *Dreissena* (quaggamossel *D. bugensis* en driehoeksmossel *D. polymorpha*) en Corbicula (Aziatische korfmossel *C. fluminea*) en muggenlarven uit de familie van de dansmuggen (*Chironomus plumosus* agg.). Net als de EKR-score is ook het totaal aantal gevonden soorten het hoogste in 2022, zie Figuur 4.10. Dit is vooral te danken aan een toename van het aantal gevonden soorten muggenlarven.



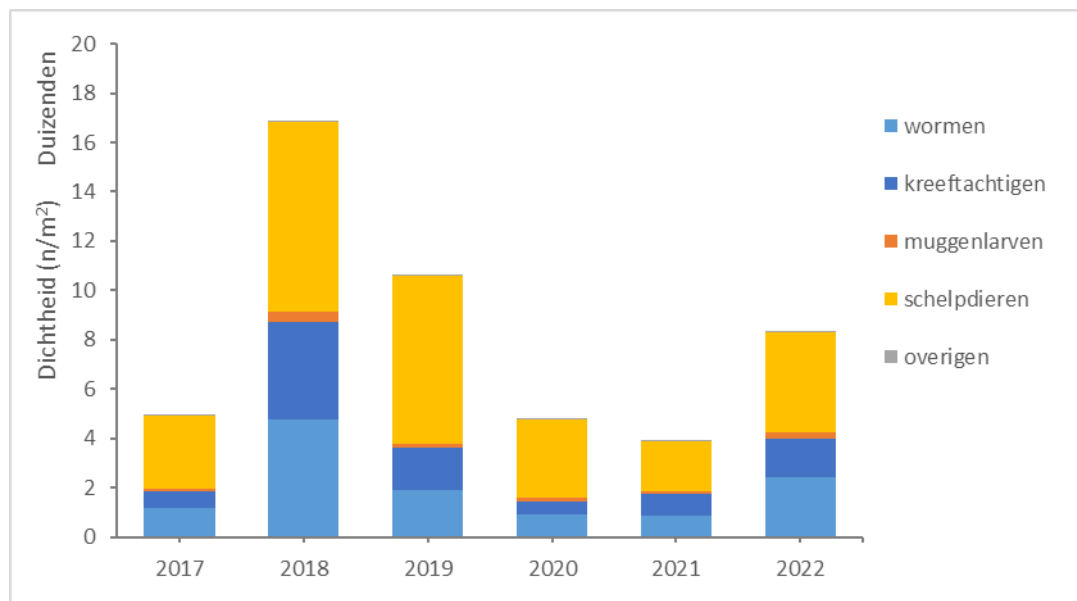
Figuur 4.10 Totaal aantal soorten en soortgroepen (aantal taxa) per jaar.

Net als de EKR-score is ook het aantal gevonden taxa sterk gekoppeld aan de diepte, zie Figuur 4.11. Het hoogste aantal taxa wordt aangetroffen in de diepteklasse 3-5 meter. Het aantal taxa op een bepaalde locatie kan van jaar tot jaar flink verschillen. Bij een nadere beschouwing van de data valt op dat het aantal taxa sterk wordt bepaald door incidentele waarnemingen van soorten die in lage dichtheden voorkomen (toevalstreffers).



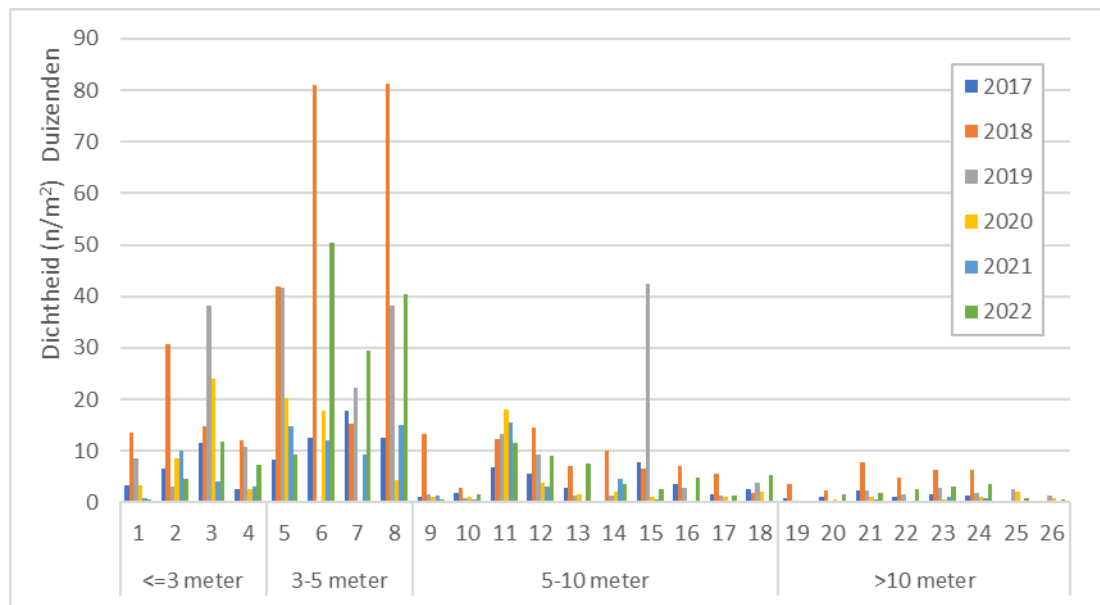
Figuur 4.11 Aantal soorten en soortgroepen (aantal taxa) per monsterpunt (1 t/m 26) per jaar (2017-2022), geordend naar diepteklasse.

De gemiddelde dichtheid op de bodem vertoont een duidelijke piek in 2018, zie Figuur 4.12. In dat jaar waren de dichtheden beduidend hoger dan de dichtheden in de voorgaande periode (gemiddeld 5 tot 10 duizend individuen per m², Reeze *et al.*, 2020). In de jaren na 2018 ligt de gemiddelde dichtheid weer in de range van de periode ervoor.



Figuur 4.12 Gemiddelde dichtheden per jaar (aantal individuen per m²).

In Figuur 4.13 is te zien dat de hoogste dichtheden voorkomen in de diepteklasse van 3-5 meter. Ook in de ondiepe zone (≤ 3 meter) worden regelmatig hogere dichtheden waargenomen. De diepe zone wordt gekenmerkt door de laagste dichtheden. In de figuur is te zien dat de hogere dichtheden in 2018 in alle diepteklassen zijn waargenomen.



Figuur 4.13 Dichtheden (aantal individuen per m²) per monsterpunt (1 t/m 26) per jaar (2017-2022), geordend naar diepteklasse.

Zouttolerantie

De Kier zal naar verwachting resulteren in een toename van zoutwatersoorten en de afname van zoetwatersoorten op de bodem. Dit geldt met name in de zones die vrijwel permanent brak/zout zullen worden: de zone direct ten oosten van de Haringvlietsluizen en de diepe putten. Naar verwachting blijft de ondiepe oeverzone permanent zoet; hier worden geen veranderingen in de macrofauna verwacht (Reeze *et al.*, 2020).

De levensgemeenschap in het Haringvliet wordt momenteel nog vrijwel geheel bepaald door soorten van zoet water. In de periode 2017-2021 was tot 0,1% van het totaal aantal individuen indicierend voor brak tot zout water. Hierbij ging het om de slijkgarnaal *Corophium multisetosum*, de aasgarnaal *Katamysis warpachowskyi*, de pissebed *Cyathura carinata*, het zeeslakje *Murchisonella* en de worm *Tubificoides heterochaetus*.

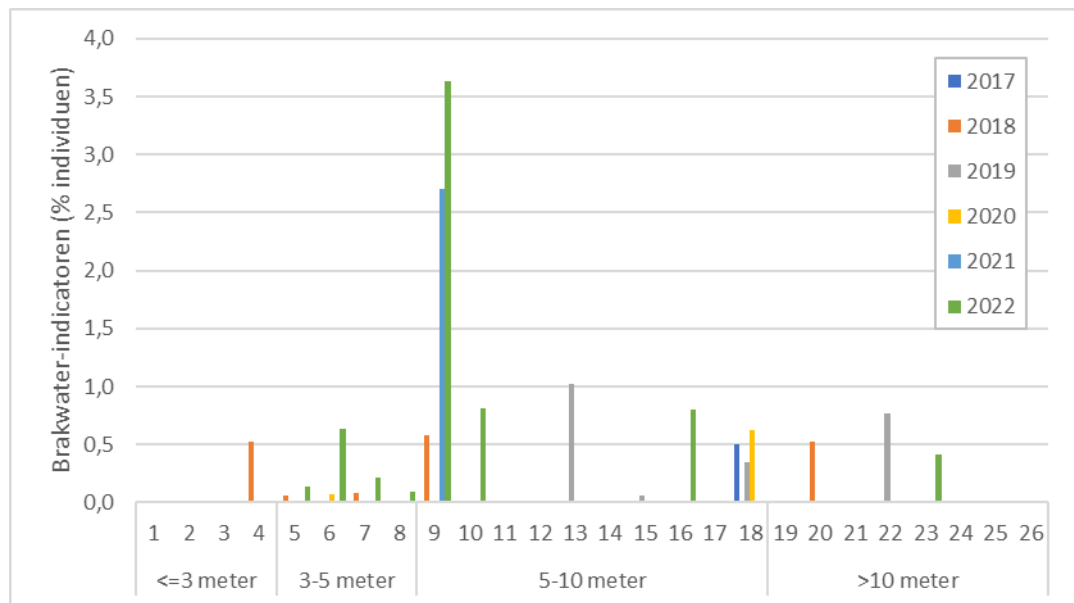
In 2022 is een lichte toename van het aandeel brakwater-indicatoren waargenomen, tot 0,3% van het totaal aantal individuen. Deze toename is vooral toe te schrijven aan bijna 40 individuen van het zeeslakje *Murchisonella*. Daarnaast zijn twee nieuwe zoutwatersoorten waargenomen: het naaldkreeftje *Sinelobus vanhaarenii* en de borstelworm *Pholoe*.

Het hoogste aandeel brakwater-indicatoren is waargenomen op monsterpunt 9, zie Figuur 4.14. Op deze locatie was het aandeel brakwater-indicatoren in 2021 ook al >1%, de waarde die in de maatlat voor zoete getijdenwateren wordt aangehouden als de grens tussen de kwaliteitsklassen 'goed' en 'matig'. In deze maatlat ligt de grens tussen 'matig' en 'ontoereikend' bij 5% brakwater-indicatoren (Peeters *et al.*, 2012).

Monsterlocatie 9 ligt relatief dicht achter de sluizen aan de zuidzijde, zie Figuur 4.6 (rood omcirkeld). Dit zijn ook de sluizen die het meest worden gebruikt bij het kieren. Ondanks dat de monsternamen (september) veel later plaats vond dan de periodes van met grotere



Kierproeven (in de winter en het voorjaar), is een relatie met het inlaten van zout water niet helemaal onwaarschijnlijk (vergelijk Figuur 1.2 en Figuur 2.2).



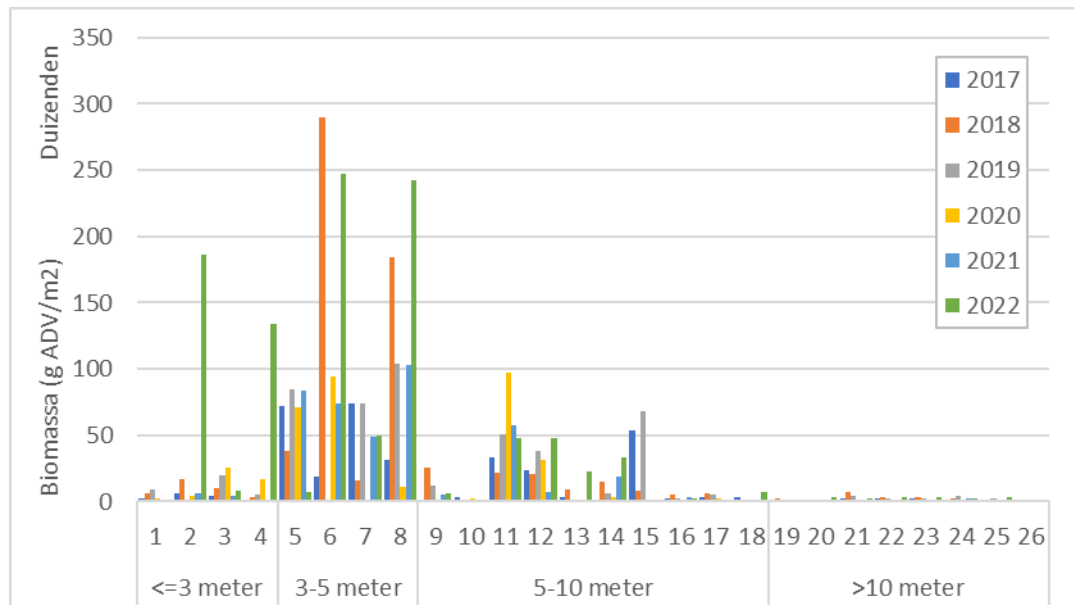
Figuur 4.14 Aandeel brakwater-indicatoren (percentage individuen) in de levensgemeenschap per monsterpunt (1 t/m 26) per jaar (2017-2022), geordend naar diepteklasse.

Biomassa en voedselgildes

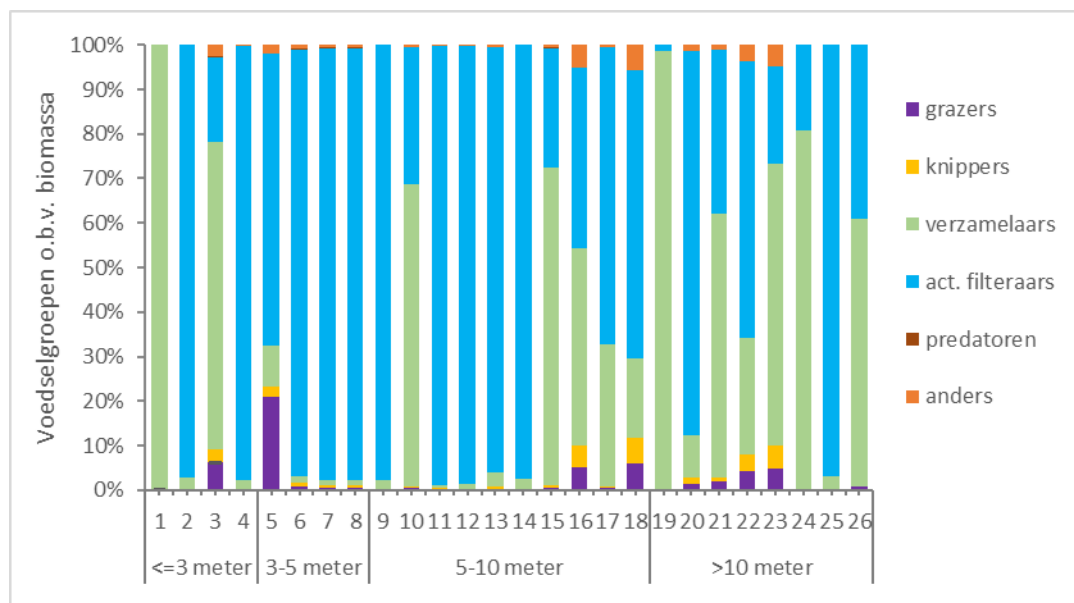
De biomassa van de macrofauna wordt vooral bepaald door schelpdieren. De biomassa is het hoogste in de zone 3-5 meter, gevolgd door de zone 5-10 meter, zie Figuur 4.15. In deze zones domineert de quaggamossel (*Dreissena bugensis*) de biomassa. In de ondiepe zone (≤ 3 meter) betreft het vooral de Aziatische korfmossel (*Corbicula fluminea*) en de vijver-pluimdrager (*Valvata piscinalis*). Het Jenkins' waterhorentje (*Potamopyrgus antipodarum*) draagt op alle dieptes significant bij aan de biomassa. In diepe zone (>10 meter) is de biomassa laag, hier maken wormen (*Tubificidae*), schelpdieren (m.n. *Corbicula fluminea*) en muggenlarven (*Chironomus plumosus* agg.) de dienst uit.

De aanwezigheid van de quaggamossel zorgt op sommige locaties voor een groot aandeel 'actieve filteraars'. Op de overige locaties is het aandeel verzamelaars groter, zie Figuur 4.16. Verzamelaars eten organische deeltjes die ze met hun monddelen pakken of modder waaruit ze de organische deeltjes halen. In deze groep vinden we veel soorten borstelwormen en muggenlarven. Daarnaast worden ook veel andere schelpdieren, vlokreeften en slijkgarnalen (deels tot de verzamelaars gerekend).

Het globale beeld voor de biomassa en de voedselgildes voor de overige jaren (2017-2021) is vergelijkbaar met het beeld van 2022. Wel valt op dat de locaties waar een hoge biomassa wordt gevonden van jaar tot jaar kan verschillen, met name in de zone 3-5 en 5-10 meter. Dit hangt samen met het al dan niet aantreffen van soorten met een hoge biomassa, bijvoorbeeld van de quaggamossel of de Aziatische korfmossel. Deze soorten komen geclusterd voor: het al dan niet aantreffen van deze soorten in het monster heeft dus een grote invloed op de resultaten.



Figuur 4.15 Biomassa (g ADV/m²) per monsterpunt (1 t/m 26) per jaar (2017-2022), geordend naar diepteklasse (ADV= asvrij drooggewicht).



Figuur 4.16 Verdeling van de aanwezige biomassa over voedselgroepen per monsterpunt (1 t/m 26) in 2021, geordend naar diepteklasse.

4.4.2 Voordelta

De resultaten van de macrofaunabemonsteringen in de Voordelta in 2021 zijn gerapporteerd door Kruijt *et al.* (2022) en samengevat in de voortgangsrapportage over 2021 (Reeze *et al.*, 2023). Hier worden de belangrijkste bevindingen uit deze rapportage weergegeven.



Soortensamenstelling

Tijdens de bemonsteringen zijn in totaal 34 verschillende taxa gevonden. In maart zijn er in totaal 14 unieke taxa aangetroffen, in september 21 taxa. Dit zijn minder taxa dan aangetroffen in het Haringvliet-West in 2021 (35) en het Noordzeekanaal (46). Ook de Waddenzee is substantieel soortenrijker (100 taxa). De soorten zijn voornamelijk soorten van mariene en/of brakke milieus, die vrijwel allemaal bestand zijn tegen fluctuaties in saliniteit. Dit zijn zogenaamde euryhalie soorten. Van de gevonden soorten zijn de mossel (*Mytilus edulis*) en strandgaper (*Mya arenaria*) typische soorten voor het habitatype 'Permanent overstroomde zandbanken' (H1110).

Abundantie en biomassa

In september waren de abundanties met 2.824 individuen/m² hoger dan in maart (1.289 individuen/m²). Hiermee zat de Voordelta aan de lage kant in vergelijking met de andere onderzochte brakke wateren in 2021 (Duijts *et al.*, 2022). De abundanties in de Voordelta waren ook substantieel lager dan in het Haringvliet-West in september 2021 (4.590 individuen/m²). Verder zijn op de ondiepere plekken (locaties 4, 5, 7, en 9) meer individuen aangetroffen dan op de diepere plekken. Voor de biomassa is het beeld hetzelfde.

Conclusies met betrekking tot de zoet-zout overgang en de effecten van kieren

De aangetroffen soortensamenstelling duidt niet op veel uitwisseling tussen zoete en zoute/brakke soorten. De aangetroffen meer zoete/brakke soorten lijken gezien hun aantallen eerder 'meegespoeld' te zijn dan dat ze daadwerkelijk trekken. De Haringvlietssluisen vormen daarmee een grotere barrière voor macrofauna dan voor vissen. Van de aangetroffen soorten wordt verwacht dat met name de mobiele soorten zoals de strandkrab *Carcinus maenas* of de brakwater aasgarnaal *Neomysis integer* bij het kieren het Haringvliet-West in zouden kunnen spoelen.

4.5 Vissen (inclusief N2000)

In december 2018 is gestart met visvriendelijk sluisbeheer. Tijdens visvriendelijk sluisbeheer worden de Haringvlietssluisen direct na kentering van eb naar vloed beperkt opengezet, zodat vissen vanuit de Voordelta het Haringvliet in kunnen trekken. Na een onderzoeksperiode is het visvriendelijk sluisbeheer voortgezet. Hierbij is de bedieninstructie 'visvriendelijk spuisluisbeheer' steeds verder verfijnd.

Om te onderzoeken of het kieren en visvriendelijk sluisbeheer effect hebben op de visstand, is een data-analyse uitgevoerd op de beschikbare gegevens van de jaarlijkse actieve en de passieve monitoring in het Haringvliet. Tijdens de actieve monitoring wordt de visstand met een boomkor bemonsterd. Dit vond in 2020 plaats in februari en in oktober. De actieve monitoring is in deze paragraaf gebruikt om eventuele trends in abundantie en biomassa uit te lichten.

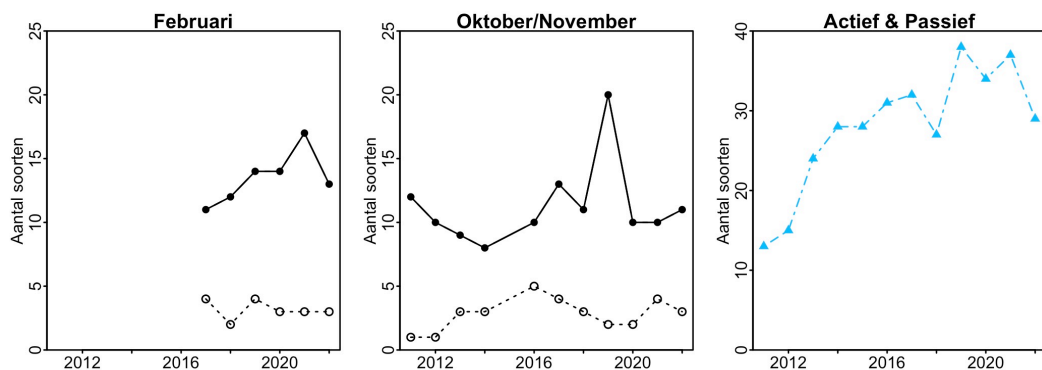
De passieve monitoring bestaat uit het bijhouden van fuikvangsten door beroepsvissers. Meestal worden gegevens verzameld tussen april en september. Fuikvangsten zijn minder geschikt voor trends in abundantie en biomassa, maar er worden wel andere soorten mee gevangen dan met de boomkor. Een boomkor vangt voornamelijk soorten bij de bodem,



terwijl fuiken ook pelagische soorten vangen. In dit hoofdstuk zijn de fuikvangsten en boomkorvangsten gecombineerd om het aantal soorten te beschrijven.

4.5.1 Aantal soorten

Als de verbinding tussen de zoute Voordelta en het zoete Haringvliet verbetert, kunnen er mogelijk meer zoute soorten en trekkende soorten worden aangetroffen in het Haringvliet. De toename in aantal soorten in 2019, 2020 en 2021 moeten waarschijnlijk gezien worden als uitschieters. In 2022 is het aantal soorten weer ongeveer op hetzelfde niveau als voor het kieren in 2018 (Figuur 4.17).



Figuur 4.17 Aantal inheemse (zwarte lijn) en uitheemse (stippellijn) soorten gevangen tijdens de actieve monitoring in februari en oktober/november, en het totaal aantal soorten gedurende het gehele jaar op basis van zowel de actieve als passieve monitoring (blauwe lijn, driehoeken) t/m 2022.

De gesignaleerde toename in 2019 kwam door mariene soorten (dikkopje, haring, kleine zeenaald, koornaarvis, steenbolk, tong, vijfdradige meun, wijting, zalm en zeebaars).

In 2020 en 2021 zijn daarvan alleen haring, zalm en zeebaars opnieuw aangetroffen, en in 2022 alleen zalm en zeebaars (zie ook Tabel 4-2). Het lijkt erop dat met name haring en zeebaars meer aangetroffen worden dan voor het kieren, maar de meetreeks is te kort om daar harde uitspraken over te doen.

De estuariene soort bot is vrijwel op alle locaties aangetroffen in 2022, deze soort werd voor het kieren al in alle jaren aangetroffen, ook voor het kieren.

Van de Natura-2000 soorten elft, fint, rivierprik, rivierdonderpad, zeebek en zalm zijn alleen elft en rivierdonderpad niet aangetroffen in 2022 (



Tabel 4-2). Het voorkomen van deze soorten is te sporadisch om hier conclusies aan te verbinden.



Tabel 4-2 Overzicht van aangetroffen vissoorten (aangeduid met een 'x') tijdens de actieve en passieve MWTL-monitoring in de jaren 2011 t/m 2022).

Soort	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
aal		x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
alver				x	x	x	x	x	x	x	x	x
baars	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
barbeel							x		x		x	
blankvoorn	x	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
blauwneus				x				x	x		x	x
bot	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
brakwatergrondel											x	
brasem	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
dikkopje									x			
diklipharder			x	x	x	x	x					
donaubrasem							x	x			x	
driedoornige stekelbaars					x	x	x	x	x	x	x	x
dunlipharder						x						
elft					x							
fint		x		x	x	x	x	x	x	x	x	x
forel					x	x	x			x	x	
giebel			x	x	x		x	x	x	x	x	
grote modderkruiper											x	
harder ongespecificeerd				x	x	x	x	x	x	x	x	x
haring	x					x			x		x	
hybride cyprinide				x	x					x	x	x
karper			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
kesslers grondel			x	x	x	x					x	
kleine marene			x									
kleine modderkruiper										x		
kleine zeenaald									x			
kolblei				x	x	x	x	x	x	x	x	x
koornaarvis									x			
kopvoorn										x		
marm grondel			x			x	x					
meerval			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
noordzeehouting		x		x	x	x	x	x	x	x		x
pontische stroomgrondel			x	x		x	x	x	x	x	x	x
pos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
rietvoorn					x							
rivierdonderpad	x				x		x		x		x	
riverprik		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
roofblei				x	x	x		x	x	x	x	x
sardien						x						
schol										x		
sneep							x			x	x	x
snoek			x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
snoekbaars	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
spiering	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
sprot	x											
steenbolk									x			
steur			x									
tong									x			
vijfdradige meun									x			
wijting									x			
winde	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
witvinriviergrondel			x			x	x					
zalm		x	x	x	x		x		x	x	x	x
zeebaars	x								x	x	x	x
zeelt								x	x	x	x	x
zeeprik		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
zwartbekgrondel	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
totaal aantal	13	15	24	28	31	31	32	27	38	34	37	29

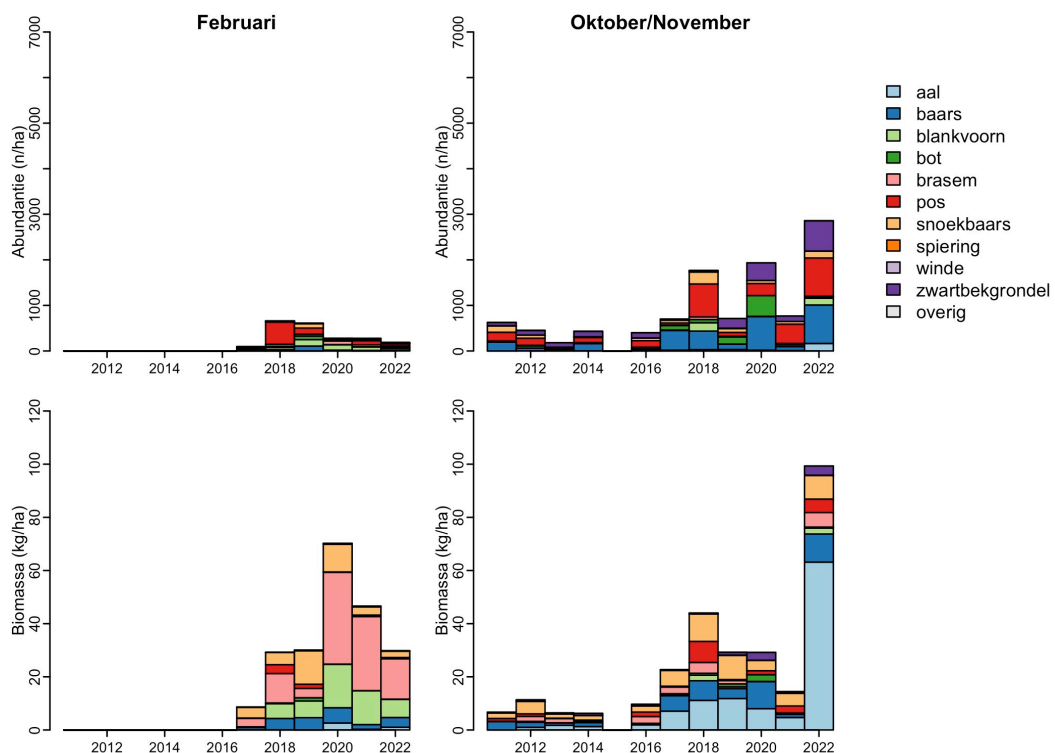


4.5.2 Biomassa en abundantie

De biomassa (kg/ha) en abundantie (n/ha) zijn belangrijke indicatoren voor de kwaliteit van de vislevensgemeenschap. Om het lokale effect van het kieren te bekijken op de abundantie en biomassa hebben we de actieve monitoring opgesplitst in het Haringvliet (16 oostelijke punten, Figuur 4.18) en bij de Sluizen (2 westelijke punten, Figuur 4.19).

In het voorjaar is de abundantie lager, maar is de biomassa hoger dan in het najaar. De gegevens van het najaar gaan langer terug. In het najaar van 2018, 2020 en 2022 werden hogere aantallen gevangen dan in de tussenliggende jaren. Er is geen duidelijke trendbreuk sinds 2019: de biomassa lijkt een golf te volgen met hoge biomassa's in 2020 (voorjaar) en 2018 (najaar) en sindsdien een afname. In 2022 is in het najaar een uitzonderlijk hoge biomassa aan alen gevangen.

Met uitzondering van 2022 is de biomassa over het geheel genomen erg laag (Figuur 4.18). Ter vergelijking: in de Rijntakken variëren de visbestanden van 1997-2016 globaal tussen 50 en 150 kg/ha met uitschieters tot over de 300 kg/ha (Reeze *et al.*, 2017) en in de Maas van 1997-2019 tussen de 50 en 200 kg/ha (Reeze *et al.*, 2020).

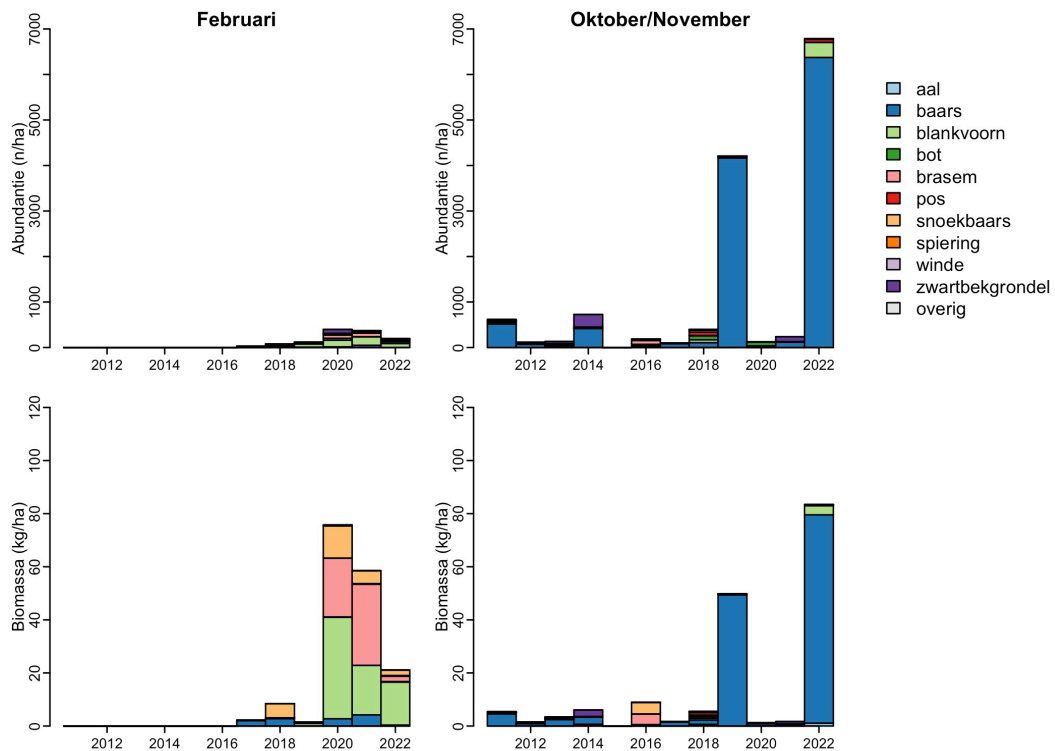


Figuur 4.18 Abundantie (n/ha; boven) en biomassa (kg/ha; onder) van de meest bepalende vissoorten in het Haringvliet-west o.b.v. de actieve vismonitoring (boomkor) gemonitord in februari en oktober – november in de periode 2011 - 2022. In 2015 is niet gemonitord (16 oostelijke meetpunten).

Vlak bij de sluizen is met name in het najaar het beeld anders, dan wordt de abundantie en de biomassa gedomineerd door baars (

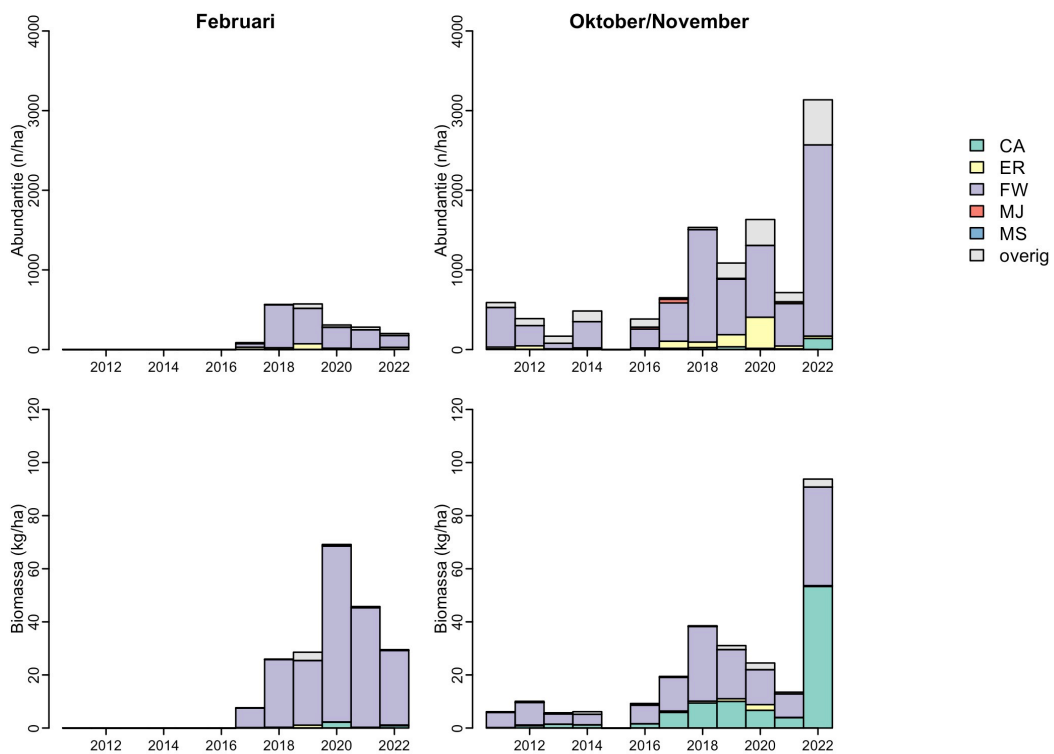


Figuur 4.19).



Figuur 4.19 Abundantie (n/ha; boven) en biomassa (kg/ha; onder) van de meest bepalende vissoorten in het Haringvliet-west o.b.v. de actieve vismonitoring (boomkor) gemonitord in februari en oktober – november in de periode 2011 - 2022. In 2015 is niet gemonitord (2 westelijke meetpunten).

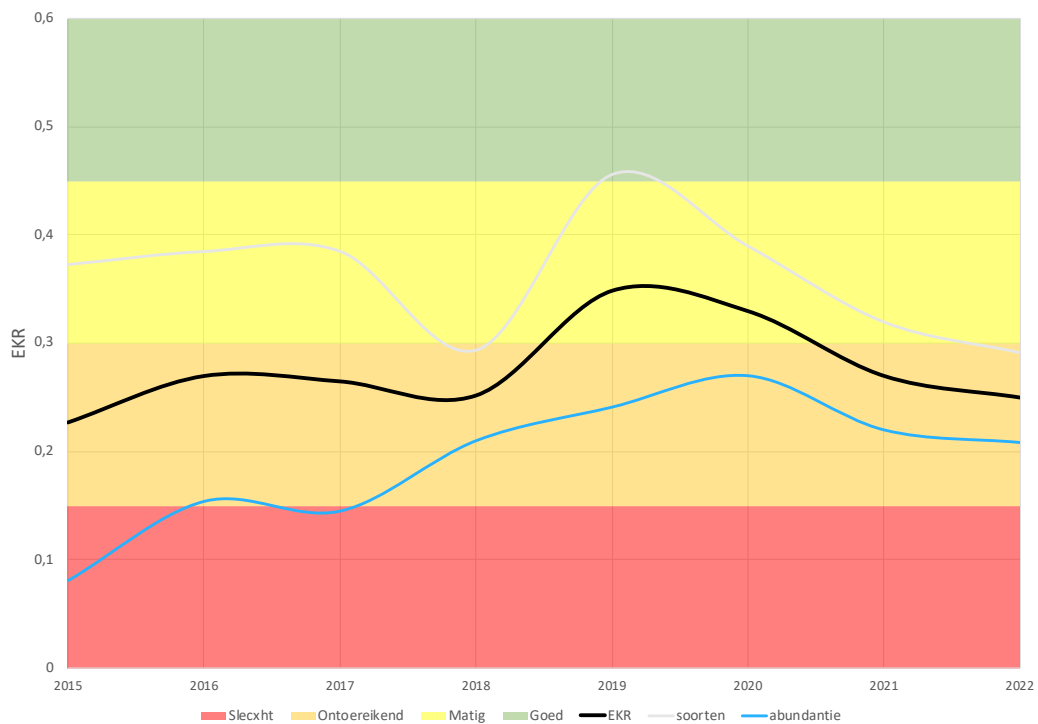
Als we de soorten op basis van ecologische gildes uitsplitsen wordt duidelijk dat de visgemeenschap op het Haringvliet voornamelijk uit zoetwatersoorten bestaat (Figuur 4.20). In de biomassa is overigens nog wel een aardige hoeveelheid diadromen te vinden, dit zijn doorgaans grote alen.



Figuur 4.20 Abundantie (n/ha; boven) en biomassa (kg/ha; onder) uitgesplitst in ecologische gilden in het Haringvliet-west o.b.v. de actieve vismonitoring (boomkor) gemonitord in februari en oktober – november in de periode 2011 - 2022. In 2015 is niet gemonitord. CA = diadrome soorten, ER = estuarien residente soorten, FW = zoetwatersoorten, MJ = marien juveniele soorten, MS = mariene seizoensgasten en overig (Z1 = matig brak, Z2 = Licht brak en Z3 = Zoet).

4.5.3 Ecologische Kwaliteits Ratio (EKR)

In 2019 is de EKR-score 'matig' door een hoger aantal soorten, maar sindsdien is er weer een afname te zien, in 2022 is het oordeel 'ontoereikend'. De verwachting is dat de KRW-doelen niet gehaald gaan worden in 2027 (zie ook: Knoben *et al.*, 2024).



Figuur 4.21 EKR-score Haringvliet-west, de totaalscore (zwarte lijn) en de deelmaatlaten soorten (grijze lijn) en abundantie (blauwe lijn).

Op basis van bovenstaande en de kennisbijeenkomst over vis (zie ook de intro van hoofdstuk 0) komen we tot de volgende conclusies:

- Er zijn geen duidelijke effecten van het kieren te zien op waterlichaam niveau (lees EKR-score) van het Haringvliet-west in de MWTL-vismonitoringdata;
- De variatie in vangstresultaten tussen de jaren is groot, toevallige vangsten van grote aantallen van één soort of een paar grote vissen vertroebelen het beeld (bijv. in 2019 en 2022 zijn veel jonge baarsjes gevangen én in 2022 veel grote alen in de diepe putten);
- De actieve en passieve MWTL-monitoring is momenteel niet geschikt om de effectiviteit van een project als het Kierbesluit te monitoren (Jaarsma & Mandemakers, 2022);
- Om de effecten van het kieren op vis goed te kunnen beoordelen is specifieke projectmonitoring nodig. Die monitoring loopt al sinds 2005, maar die blijkt niet geschikt (zie paragraaf 7.1);
- De KRW-doelen gaan niet gehaald worden in 2027 (zie ook Knoben *et al.*, 2024).



5 Vogels

5.1 Inleiding

In dit hoofdstuk worden de ontwikkelingen van de vogels van de Voordelta en het Haringvliet-west geschetst. In de Voordelta komen watervogels voor op het open water, stranden, zandplaten en slikken. De Westplaat (Slikken van Voorne), Kwade Hoek en Hinderplaat vormen de belangrijkste intergetijdengebieden in de Voordelta en zijn daarmee belangrijk als potentiële foerageer-, broed- en rustgebieden voor vogels (zie Figuur 1.1 in hoofdstuk 1). Belangrijke watervogelgebieden in het westelijke deel van het Haringvliet zijn het Quackgors en Beningerslikken aan de noordzijde, Scheelhoek, Westplaat Buitengronden en Meneersche Plaat aan de zuidzijde en de Slijkplaat, een plaat midden in het Haringvliet die 5 kilometer ten oosten van de Haringvlietsluizen ligt (zie Figuur 1.1 in hoofdstuk 1).

Methode

In de Voordelta worden in opdracht van Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening (CIV) maandelijks alle watervogels geteld door Deltamilieu Projecten. De Slikken van Voorne werden tot 2012 door Stichting Ornithologisch Station Voorne geteld. De tellingen van de Westplaat/Maasvlakte gaan terug tot het seizoen 1987/1988, de tellingen van de Kwade Hoek tot het seizoen 1994/1995. De stranden werden eerst alleen in januari geteld (start seizoen 1987/1988). Vanaf seizoen 2012/13 wordt maandelijks de Hinderplaat meegenomen in de monitoring. Vanaf seizoen 2016/17 wordt ook maandelijks het strand vanaf de Kwade Hoek westwaarts tot de vuurtoren van Ouddorp geteld en het strand van de westpunt van Voorne tot de Tweede Slag. Vanaf seizoen 2016/17 worden ook meeuwen en sterns maandelijks geteld. Een seizoen loopt van juli in het genoemde jaar tot en met juni in het daaropvolgende jaar. De tellingen zijn vrijwel compleet. Voor meer informatie over de telmethode zie de monitoringrapporten over de watervogels en zeezoogdieren (Hoekstein *et al.*, 2024).

Het Haringvliet-west wordt vanaf 1972 maandelijks geteld, tegenwoordig door de Omgevingsdienst van Provincie Zuid-Holland in samenwerking met Staatsbosbeheer (SBB). De gegevens zijn opgenomen in de watervogel-database van Sovon Vogelonderzoek Nederland. Voor de analyses ten behoeve van dit rapport is gebruik gemaakt van een selectie uit deze database. Op basis van deze database worden, na correctie voor onvolledige tellingen (zie Hornman *et al.*, 2020), door Sovon overzichten gemaakt van het seizoengemiddeld voorkomen van vogelsoorten per telseizoen met een instandhoudingsdoel voor zowel Voordelta als Haringvliet.



Kier

De vogels zullen mogelijk reageren op veranderingen in het voedselaanbod als gevolg van een gewijzigd kierregime. In dit kader is een eventuele afname van het aanbod van (uitgespoelde) zoetwatervis in de Voordelta het meest relevant. Mogelijk wordt dit gecompenseerd door een toename van juveniele zoutwatervis direct ten oosten van de Haringvlietsluizen, zie ook paragraaf 8.1 en Reeze *et al.*, (2020). Daarnaast kan in het Haringvliet de populatie van mosseletende vogels afnemen als er sterfte van quaggamosselen optreedt. In de intergetijdenzone en oevers van de Voordelta en het Haringvliet worden verder geen grote wijzigingen verwacht, zie ook paragraaf 8.1 en Reeze *et al.* (2020).

5.2 Vogels met instandhoudingsdoelstelling voor N2000

5.2.1 Voordelta

Het *Natura 2000-gebied Voordelta* is aangewezen voor 30 soorten niet-broedvogels (Tabel 5.1). In de Voordelta ligt ook het *Natura 2000-gebied Duinen Goeree & Kwade Hoek*. Dit gebied is aangewezen voor één broedvogel (strandplevier) en 17 soorten niet-broedvogels (Tabel 5.2). De strandplevier heeft een zeer ongunstige staat van instandhouding. Er is geen instandhoudingsdoel voor dit Natura 2000-gebied, voor de kustbroedvogels geldt een zogenaamd 'Deltadoel'.

In de periode voor en na het kieren is het jaargemiddelde van de soorten met een instandhoudingsdoel in de Voordelta vergeleken. Er zijn geen significante aantalsveranderingen geconstateerd sinds 2019 in de Voordelta. De eerder geconstateerde al dan niet behaalde instandhoudingsdoelen zijn onveranderd gebleven.

Van de niet-broedvogels in de Duinen Goeree & Kwade Hoek voldoen negen soorten niet aan hun instandhoudingsdoelen. Daarin is geen noemenswaardige verandering in opgetreden na het kieren. Een uitzondering is de pijlstaart, een slikfoerageerder, met in de laatste drie seizoenen de laagste aantallen ooit. De negatieve trend zette echter al in voor het kieren begon en doet zich ook voor in de Voordelta. De verschillen tussen de jaren zijn voor de individuele soorten vaak best groot en daarom is het op deze relatief korte termijn niet mogelijk om voor dit gebied een uitspraak te doen over enig effect van het kieren.

5.2.2 Haringvliet

Het *Natura 2000-gebied Haringvliet* is aangewezen voor 10 soorten broedvogels (Tabel 5.3) en 26 soorten niet-broedvogels (Tabel 5.4). In de periode voor en na het kieren is het jaargemiddelde van de soorten met een instandhoudingsdoel in het Haringvliet vergeleken. Er zijn geen significante aantalsveranderingen geconstateerd sinds 2019 in het Haringvliet. De eerder geconstateerde al dan niet behaalde instandhoudingsdoelen zijn onveranderd gebleven.



Tabel 5.1

Overzicht van de niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor het **Natura 2000-gebied Voordelta**. Weergegeven zijn het instandhoudingsdoel (Rijkswaterstaat, 2016), de staat van instandhouding (Svl) en het gemiddelde aantal vogels van de seizoenen 2014/15-2018/19 en laatste drie telseizoenen (2019/20-2021/22) (www.sovon.nl; Netwerk Ecologische Monitoring). Svl: -- = zeer

Soort	Instandhoudingsdoel Voordelta	Svl	Seizoengemiddeld aantal vogels 2014/15-2018/19	Seizoengemiddeld aantal vogels 2019/20-2021/22	Voedselvoorkeur
Roodkeelduiker	n.v.t.	n.v.t.	-	-	Vis
Fuut	280	-	102	85	Vis
Kuifduiker	6	+	15	11	Vis
Aalscholver	480	+	665	468	Vis
Lepelaar	10	+	69	83	Vis
Grauwe gans	70	+	169	353	Gras
Bergeend	360	+	1.250	884	Bodemdieren (slik)
Smient	380	-	366	452	Gras
Krakeend	90	+	88	105	Algen
Wintertaling	210	+	339	387	Bodemdieren (slik)
Pijlstaart	250	+	413	220	Bodemdieren (slik)
Slobeend	90	+	86	136	Zoöplankton
Topper	80	-	3	0	Schelpdieren
Eider*	2.500	--	218	467	Schelpdieren
Zwarte zee-eend*	9.700	--	280	852	Schelpdieren
Brilduiker	330	--	96	63	Schelpdieren
Middelste zaagbek	120	+	232	264	Vis
Scholekster	2.500	+	4.230	4.342	Bodemdieren
Kluut	150	+	172	192	Bodemdieren
Bontbekplevier	70	+	139	199	Bodemdieren
Zilverplevier	210	+	300	259	Bodemdieren
Drieteenstrandloper	250	+	1.684	1.200	Bodemdieren
Bonte strandloper	620	+	1.605	1.086	Bodemdieren
Rosse grutto	190	+	190	238	Bodemdieren
Wulp	980	+	2.241	2.177	Bodemdieren
Tureluur	460	-	267	179	Bodemdieren
Steenloper	70	+	151	172	Bodemdieren
Dwergmeeuw	n.v.t.	n.v.t.	-	-	Vis
Grote stern	n.v.t.	n.v.t.	-	-	Vis
Visdief	n.v.t.	n.v.t.	-	-	Vis

*Voor de Eider en Zwarte zee-eend is het midwinteraantal weergegeven.



Tabel 5.2 *Overzicht van de niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor het **Natura 2000-gebied Duinen Goeree & Kwade Hoek**. Weergegeven zijn het instandhoudingsdoel (Rijkswaterstaat, 2016), de staat van instandhouding (Svl) en het gemiddelde aantal vogels van de seizoenen 2014/15-2018/19 en laatste drie telseizoenen (2019/20-2021/22) (www.sovon.nl, 2024; Netwerk Ecologische Monitoring). Svl: -- = zeer ongunstig, - = matig ongunstig, + = gunstig.*

Soort	Instandhoudingsdoel Duinen Goeree & Kwade Hoek	Svl	Seizoengemiddeld aantal vogels 2014/15-2018/19	Seizoengemiddeld aantal vogels 2019/20-2021/22	Voedselvoorkeur
Fuut	60	-	16	17	Vis
Aalscholver	250	+	90	64	Vis
Lepelaar	20	+	51	45	Vis
Grauwe gans	240	+	157	86	Gras
Brandgans	110	+	395	255	Gras
Bergeend	280	+	550	236	Bodemdieren (slik)
Wintertaling	530	+	528	264	Bodemdieren (slik)
Pijlstaart	200	+	162	20	Bodemdieren (slik)
Slobeend	20	+	21	4	Zoöplankton
Scholekster	790	--	819	1.094	Bodemdieren
Kluut	180	-	184	117	Bodemdieren
Bontbekplevier	130	+	107	222	Bodemdieren
Zilverplevier	130	+	205	326	Bodemdieren
Drieteenstrandloper	80	+	327	532	Bodemdieren
Bonte strandloper	800	+	1.350	1.481	Bodemdieren
Rosse grutto	130	+	31	69	Bodemdieren
Wulp	420	+	543	505	Bodemdieren
Tureluur	390	-	121	100	Bodemdieren



Tabel 5.3

Overzicht van de broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor het Natura 2000-gebied **Haringvliet**. Weergegeven zijn het instandhoudingsdoel (Rijkswaterstaat, 2016), de staat van instandhouding (Svl) en gemiddelde aantal broedvogels van de broedseizoenen 2014-2018 en 2019-2023 (www.sovon.nl; Netwerk Ecologische Monitoring). ** = niet gebaseerd op 5 telseizoenen. Svl:-- = zeer ongunstig, - = matig ongunstig, + = gunstig.

Soort	Instandhoudingsdoel Haringvliet	Svl	Gemiddeld aantal broedparen 2014-2018	Gemiddeld aantal broedparen 2019-2023	Habitatvoorkeur
Bruine kiekendief	20	--	19,5**	20**	Moeras
Kluut	275	-	108**	110	Pioniervegetatie
Bontbekplevier	4	--	2,4**	3	Pioniervegetatie
Strandplevier	>0	--	0,2	0	Pioniervegetatie
Zwartkopmeeuw	419	+	669	752	Pioniervegetatie
Grote stern	1.573	--	2.596	2.879	Pioniervegetatie
Visdief	1.110	--	774	566	Pioniervegetatie
Dwergstern	38	+	21,4	31	Pioniervegetatie
Blauwborst	410	+	329**	Geen data	Moeras
Rietzanger	420	+	788**	Geen data	Moeras

Tabel 5.4

Overzicht van de niet-broedvogelsoorten met een instandhoudingsdoel voor het Natura 2000-gebied **Haringvliet**. Weergegeven zijn het instandhoudingsdoel (Rijkswaterstaat, 2016), de staat van instandhouding (Svl) en het gemiddelde aantal vogels van de laatste vier telseizoenen 2014/15-2018/19 en laatste drie telseizoenen (2019/20-2021/22) (www.sovon.nl; Netwerk Ecologische Monitoring). Svl: -- = zeer ongunstig, - = matig ongunstig, + = gunstig.

Soort	Instandhoudingsdoel Haringvliet	Svl	Seizoengemiddeld aantal vogels 2014/15-2018/19	Seizoengemiddeld aantal vogels 2019/20-2021/22	Voedselvoorkeur
Fuut	160	+	452	655	Vis
Aalscholver	240	+	654	679	Vis
Kleine zilverreiger	3	+	8	5	Vis
Lepelaar	160	-	108	128	Vis
Kleine zwaan	behoud	-	1	0	Gras
Kolgans	400	-	109	76	Gras
Dwerggans**	20	--	0	0	Gras
Grauwe gans	6.600	-	5.611	6.662	Gras
Brandgans	14.800	-	9.675	7.712	Gras
Bergeend	820	-	762	1142	Bodemdieren (slik)
Smient	8.900	-	5.842	4.033	Gras
Krakeend	860	+	4.886	5.211	Algen
Wintertaling	770	+	3.697	3.610	Bodemdieren (slik)
Wilde eend	6.100	-	4.134	3.850	Gras



Pijlstaart	30	+	228	130	Bodemdieren (slik)
Slobeend	90	+	641	531	Zoöplankton
Kuifeend	3.600	-	3.509	3.895	Schelpdieren
Toppereend	120	--	7	1	Schelpdieren
Visarend*	3	-	2	3	Vis
Slechtvalk*	8	+	8	4	Vogels
Meerkoet	2.300	+	6.430	7.283	Gras
Kluut	160	-	60	83	Bodemdieren
Goudplevier	1.600	--	353	264	Bodemdieren
Kievit	3.700	-	1.915	1.954	Bodemdieren
Grutto	290	--	46	33	Bodemdieren
Wulp	210	-	141	145	Bodemdieren

**= seizoensmaximum i.p.v. seizoensgemiddelde.

5.3 Aantallen, trends en verspreiding

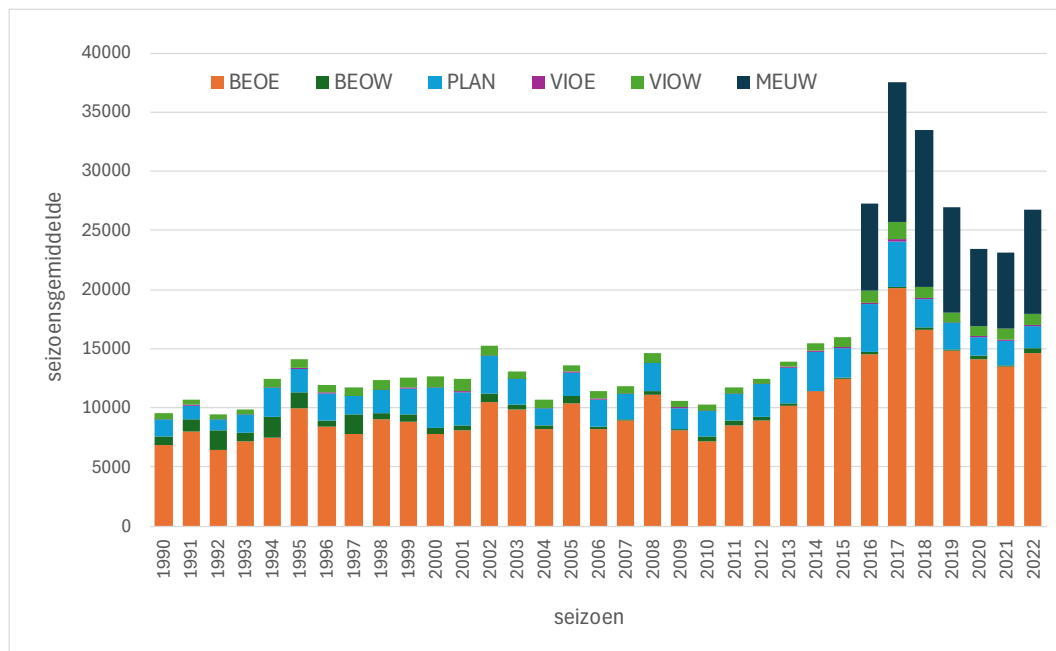
Alle vogels zijn ingedeeld in voedselgroepen. Hierbij zijn bepaalde voedselgroepen verder uit gefaseerd vanwege sterke veranderingen of hoge mate van aanwezigheid.

Haringvlietmonding

Het deel van de Voordelta ter hoogte van het Haringvliet, ook wel “monding van het Haringvliet” ofwel “Voordelta-Haringvliet” wordt hier verder de “Haringvlietmonding” genoemd.

De talrijkste groep in de Haringvlietmonding, met ca. 55% van het aantal vogels, zijn de bodemdiereters van oevers (BEOE). Dit zijn steltlopers en de bergeend die in het intergetijdengebied foerageren (Figuur 5.1). Met ca. 32% van het aantal vogels volgen de meeuwen. Planteneters, bodemdiereters open water en de viseters zijn minder talrijk.

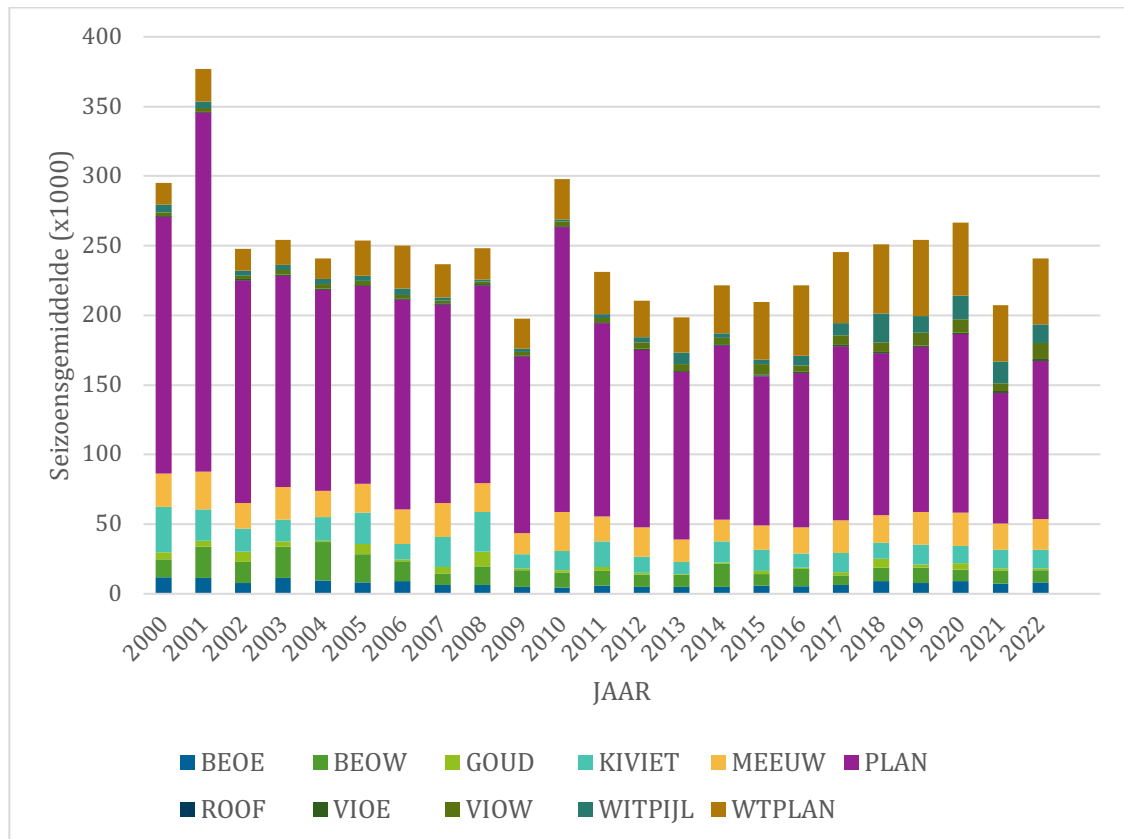
Vanaf 2009/10 tot 2017/2018 namen de aantallen (zonder de meeuwen) in de Haringvlietmonding sterk toe tot ca. 25.000 per telling. Daarna zijn de aantallen wat lager en liggen rond de 18.000 per maand. Daar bovenop worden maandelijks zo'n 9.000 meeuwen geteld. Het zijn vooral de bodemdiereters van oevers die zo zijn toegenomen. Dat komt met name door de enorme toename van droogvallend slik als gevolg van opslibbing van de Westplaat, de Hinderplaat en het strand van Goeree en de ontwikkeling van een baai achter een nieuw ontstane strandhaak op de Kwade Hoek.



Figuur 5.1 *Trend van het seizoensgemiddelde van watervogels in de Haringvlietmonding per voedselgroep. BEOE = bodemdiereters oevers, BEOW = bodemdiereters open water, PLAN = planteneters, VIOE = viseters van open water (incl. sterns), VIOE = viseters van ondiep water, MEUW = meeuwen (meeuwen werden niet geteld vóór 2016/2017).*

Haringvliet-west

De aantallen vogels in het Haringvliet-west zijn over het algemeen stabiel. De planteneters (PLAN) zijn verreweg de talrijkste groep met een aandeel van minstens 50%. De talrijkste soorten zijn brandgans en grauwe gans, gevolgd door meerkoet, smient en wilde eend. Met uitzondering van de meerkoet zijn dit vooral soorten die op de grasgorzen foerageren of 's nachts binnendijks (smient en wilde eend). De meerkoet foerageert in het zomerhalfjaar op waterplanten en benthos en schakelt in het winterhalfjaar, nadat de waterplanten op zijn, over op grazige vegetaties op de oever.



Figuur 5.2 Trend van het seizoensgemiddelde van watervogels in Haringvliet-west per voedselgroep. BEOE = bodemdier-eters oevers, BEOW = bodemdier-eters open water, GOUD = insecteneters, KIVIET = insecten- en bodemdiereters, MEEUW = meeuwen, PLAN = planteneters, ROOF = roofvogels, VIOE = viseters van ondiep water, VIOW = viseters van open water, WITPIJL = bodemdiereters van openwater en slik, WTPLAN = planteneters van openwater en oevers.

5.3.1 Bodemdiereters oevers

Haringvlietmonding

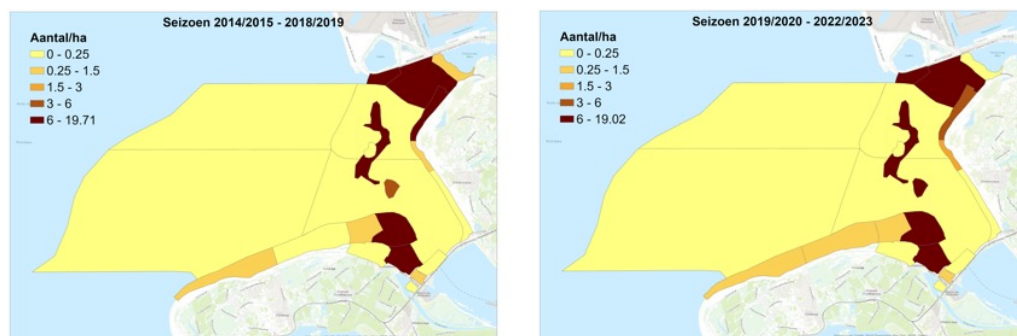
Deze groep omvat de steltlopers en bodemdier-etende eenden. De belangrijkste vertegenwoordigers in volgorde van talrijkheid zijn:

1. Scholekster
2. Bonte strandloper
3. Wulp
4. Drieteenstrandloper
5. Bergeend
6. Zilverplevier
7. Tureluur
8. Rosse grutto
9. Kluut
10. Bontbekplevier



Zowel schelpdiereters, wormeneters als soorten met een divers menu zijn toegenomen in de Haringvlietmonding. Het hele jaar door komen belangrijke aantallen (variërend van 2.500 tot 25.000 exemplaren) bodemdiereters van de oevers voor. De toename van de bodemdiereters van oevers (Figuur 5.3) komt voornamelijk voor rekening van scholekster, bonte strandloper, wulp en drieteenstrandloper. De hoogste dichtheden worden gemeten op de Westplaat, Hinderplaat, Garnalenplaat en de Kwade Hoek. Daarnaast worden de stranden van Goeree steeds belangrijker. Vermoedelijk vindt er uitwisseling plaats tussen de groepen steltlopers van de Westplaat in het noorden met de Kwade Hoek in het zuiden en met de tussenliggende gebieden. Met laagwater verandert het tussenliggende gebied met de Hinderplaat en Garnalenplaat in één groot slikgebied, alleen onderbroken door de vaarweg naar de haven van Stellendam.

Directe effecten van het kierbesluit zijn op deze voedselgroep onder de vogels is niet waarneembaar in het aantalsverloop in de Haringvlietmonding.



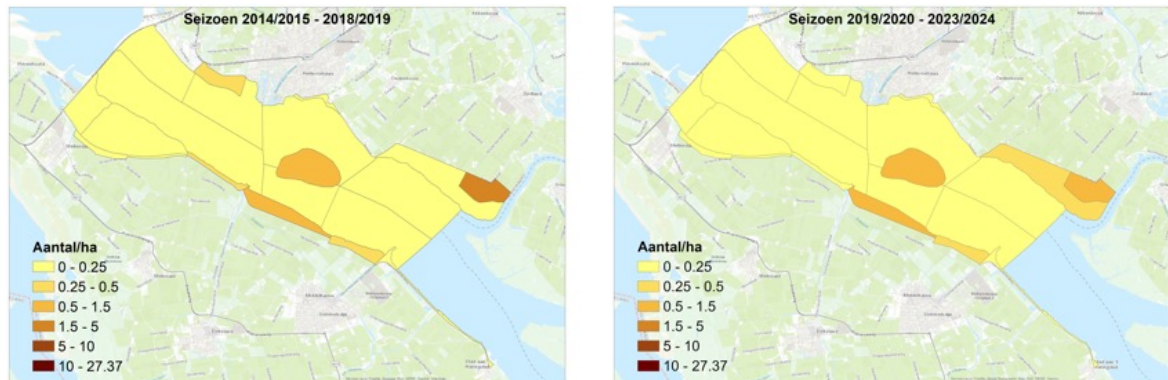
Figuur 5.3 Dichtheden van bodemdiereters van oevers in de Haringvlietmonding in de laatste 2 perioden van 4 of 5 seizoenen 2014/2019 - 2019/2023 (bron: RWS-CIV).

Haringvliet-west

De talrijkste vogelsoort in dit gebied is de bergeend, gevolgd door de wulp en de scholekster. Overige vogelsoorten in deze groep zijn gemiddeld in lagere aantallen aanwezig. Dit betreffen de kluut, bonte strandloper en grutto.

Figuur 5.4 geeft een overzicht van de bodemdier-eters van oevers exclusief Kievit en goudplevier. Deze twee soorten worden normaal ook ingedeeld bij de bodemdier-eters van de oevers, maar aangezien zij het Haringvliet hoofdzakelijk gebruiken om te slapen en te rusten worden deze hier niet beschreven.

In de gehele periode zijn bodemdier-eters in lage aantallen langs het gehele zuidoostelijke deel aanwezig, op de Slijkplaat en bij de Beningerslikken. Laatstgenoemde worden de gehele periode, met uitzondering van de laatste periode, door bodemdier-eters gebruikt. De verandering op de Beningerslikken zal samenhangen met de herinrichting van Polder Beningerwaard van landbouwpolder naar natuurontwikkelingsgebied. Deze polder is in 2014 als natuurgebied ingericht en wordt pas sindsdien geteld. Er zijn geen aanwijzingen voor directe effecten van het kierbesluit op deze voedselgroep.



Figuur 5.4 *Dichtheden bodemdiereters van oevers, exclusief Kievit en goudplevier, in het westelijke deel van het Haringvliet-west in 2 perioden van 5 seizoenen: 2014/15-2018/2019 - 2019/20-2023/24 (bron: RWS-CIV).*

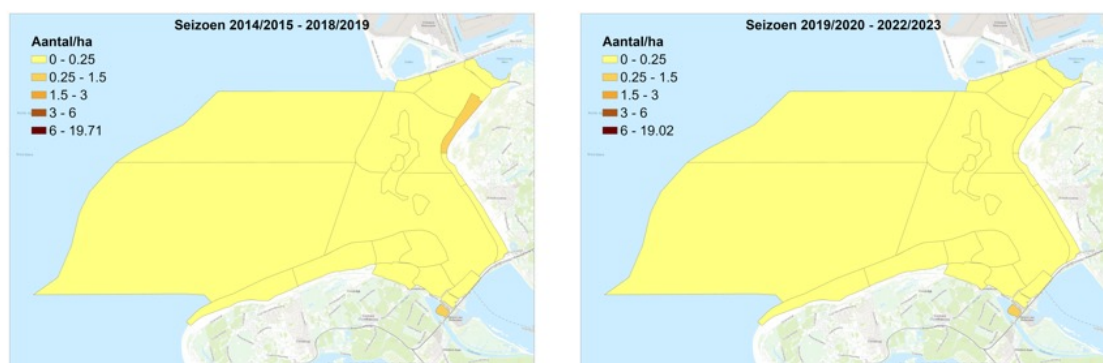
5.3.2 Bodemdiereters open water

Haringvlietmonding

Deze groep omvat de duikeenden. Belangrijkste vertegenwoordigers in de Haringvlietmonding in volgorde van talrijkheid zijn:

1. Brilduiker
2. Zwarte zee-eend

Deze soortgroep wordt verspreid in de hele Haringvlietmonding waargenomen in afnemende dichtheden (Figuur 5.5), maar dat heeft geen relatie met het kieren. Het belang van dit gebied was voor zee-eenden in de jaren zeventig en tachtig van de vorige eeuw een stuk groter. Er verbleven toen duizenden zwarte zee-eenden en toppers. Nadat in 1992 de *Spisula*-banken, het belangrijkste voedsel voor deze soorten, verdwenen als gevolg van schelpdiervisserij, namen de aantallen snel af (Baptist & Meininger, 1996).



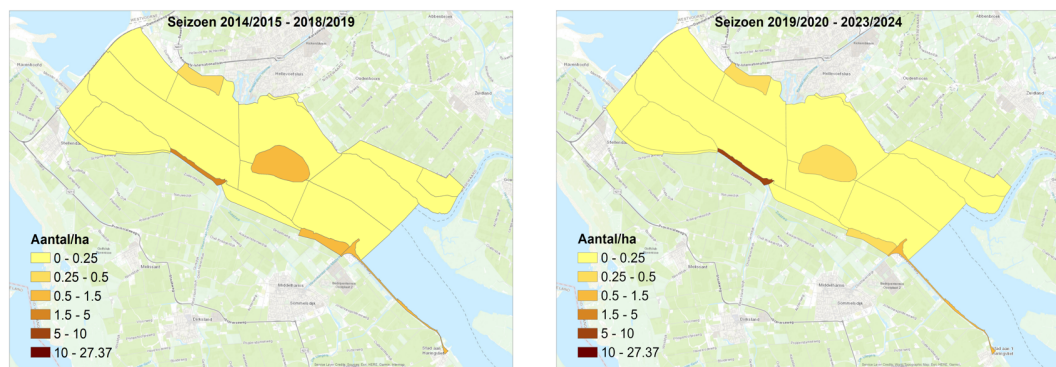
Figuur 5.5 *Dichtheden van bodemdier-eters van open water in de Haringvlietmonding in de periodes: 2014/15-2018/2019 – 2019/20-2022/23 (bron: RWS-CIV).*



Haringvliet-west

Onder de bodemdier-eters van open water vallen de brilduiker, topper, kuifeend en tafeleend, die zich voeden met o.a. schelpdieren, waterplanten, en andere kleine waterdieren. De kuifeend is verreweg de talrijkste soort met 10.000 vogels in juli-september, terwijl de topper de laatste jaren nagenoeg volledig verdwenen is. Deze soort wisselde uit met de Haringvlietmonding, maar ook hier is de topper zo goed als verdwenen. De tafeleend heeft een piek van rond de 300 vogels en een vergelijkbare piek midwinter.

Op de kaarten staan vooral de rustgebieden weergegeven (Figuur 5.6). Kuifeend en tafeleend foerageren 's nachts en de foerageergebieden hoeven niet overeen te komen met de rustplaatsen overdag. Wel zullen ze veelal de vliegafstand zoveel mogelijk beperken. Hiermee dient men rekening te houden bij de interpretatie van de dichtheidskaarten.



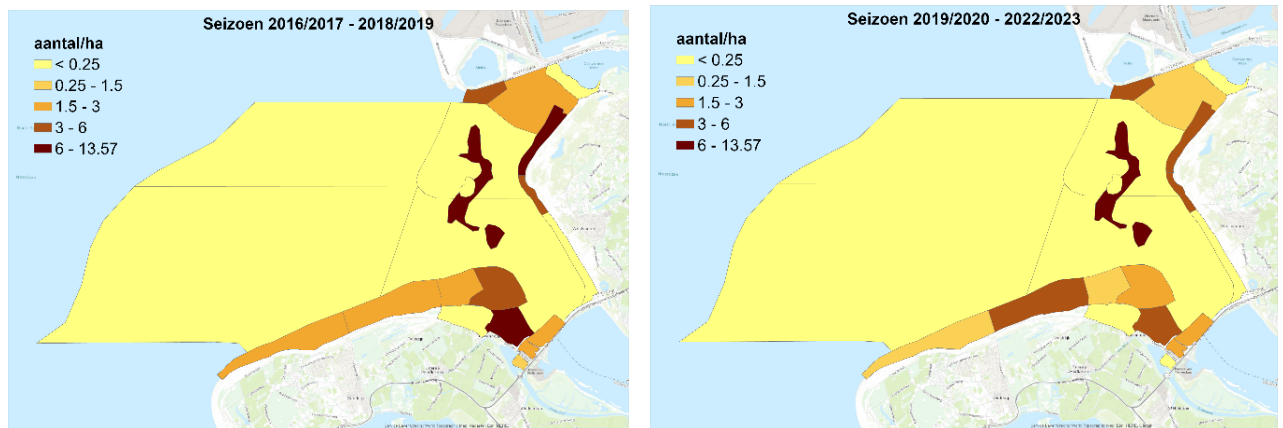
Figuur 5.6 *Dichtheden bodemdier-eters van open water in het westelijke deel van het Haringvliet-west in de periodes: 2014/15-2018/2019 - 2019/20-2023/24 (bron: RWS-CIV).*

Het totaal aantal bodemdier-eters van open water is redelijk stabiel gebleven het afgelopen seizoen. Binnen de verschillende deelgebieden zijn wel kleine verschuivingen zichtbaar (Figuur 5.6). In het aantalsverloop in het Haringvliet-west zijn directe effecten van het kierbesluit niet waarneembaar.

5.3.3 Meeuwen

Haringvlietmonding

Van de meeuwen en sterns zijn pas van vanaf seizoen 2016/2017 data beschikbaar om seizoensgemiddelden te kunnen berekenen. Meeuwen eten vooral dierlijk voedsel, zoals vis, schelpdieren en kreeftachtigen. Ook kan er op grasgorzen gevoerd worden op wormen. De hoogste dichtheden worden bereikt op de stranden, Hinderplaat, Galgeplaat, Kwade Hoek en Westplaat. De kaart toont een beeld van zowel rustende als foeragerende vogels (Figuur 5.7). In het aantalsverloop in de Haringvlietmonding zijn geen effecten van het kierbesluit waarneembaar.

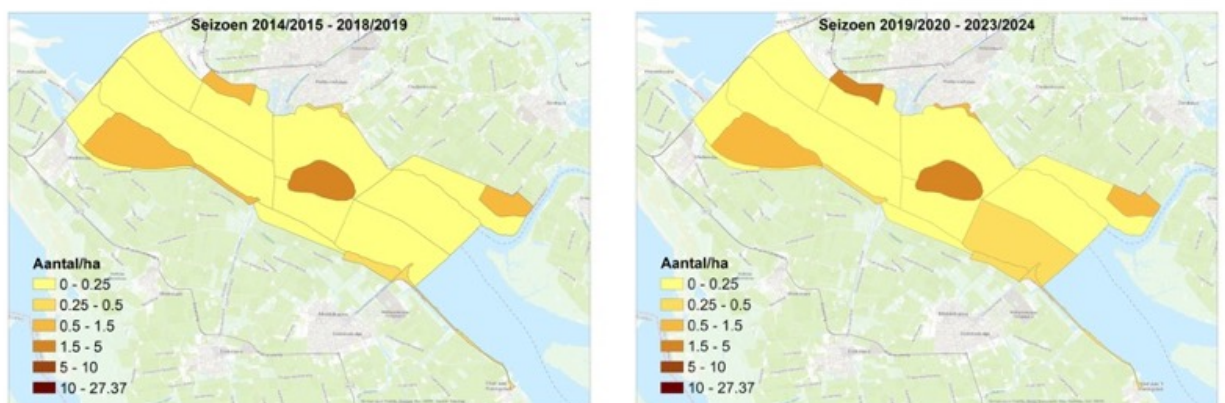


Figuur 5.7 Dichtheden van meeuwen in de Haringvlietmonding in de periodes 2016/17-2018/19 – 2019/20 - 2022/23 (bron: RWS-CIV).

Veruit de talrijkste meeuwensoort in het gebied is de kokmeeuw. Met name in de nazomer, net na het broedseizoen, komen er tienduizenden kokmeeuwen foerageren in de intergetijdengebieden van Westplaat, Kwade Hoek, Hinderplaat en Garnalenplaat. De zilvermeeuw is het hele jaar in het gebied aan te treffen. Het talrijkst zijn ze op het strand van Goeree: de hele kust vanaf de vuurtoren tot en met de Kwade Hoek en op de Hinderplaat.

Haringvliet-west

In het Haringvliet-west is de kokmeeuw verreweg de talrijkste soort. Kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw en stormmeeuw zijn aanzienlijk minder talrijk, terwijl de grote mantelmeeuw de minst algemene soort is. Het totaal aantal meeuwen is redelijk stabiel gebleven het afgelopen seizoenen. Over de gehele periode bleken de Scheelhoek, de Slijkplaat, het Quackgors, de zuidoever van het Haringvliet en het gebied rond de Hoornse Hoofden (ten zuidoosten van Hellevoetsluis) de belangrijkste gebieden voor meeuwen. Binnen de verschillende deelgebieden zijn wel kleine verschuivingen zichtbaar (Figuur 5.8).



Figuur 5.8 Dichtheden meeuwen in het westelijke deel van het Haringvliet-west in de periodes: 2014/15-2018/2019 - 2019/20-2023/24 (bron: RWS-CIV).



Er zijn geen effecten van het kierbesluit waarneembaar in het aantalsverloop in het Haringvliet-west. Opvallend is wel dat in de eerste periode ook regelmatig meeuwen op het open water direct ten oosten van de Haringvlietssluisen werden vastgesteld en oostelijk in het onderzoekgebied. In latere jaren werden vergelijkbare dichtheden niet meer op het open water waargenomen.

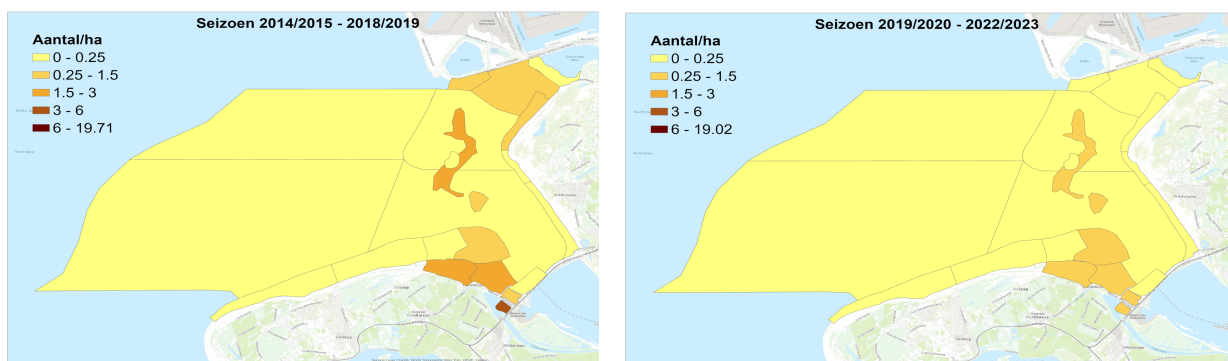
5.3.4 Planteneters

Haringvlietmonding

De belangrijkste vertegenwoordigers van de planteneters in de Haringvlietmonding zijn in volgorde van talrijkheid:

1. Wilde eend
2. Wintertaling
3. Pijlstaart
4. Brandgans
5. Smient
6. Grauwe gans

Planteneters komen vooral voor op de Westplaat en Kwade Hoek waar plantenzaden van schorplanten worden gegeten door onder andere pijlstaart en wintertaling. Met de uitbreiding van het slik worden op de Hinderplaat tegenwoordig ook relatief veel planteneters geteld. Ganzen worden met name aangetroffen op de Kwade Hoek waar ze op het schor verblijven en waar uitwisseling /is met de binnendijkse graslanden. Over de hele breedte zijn de dichtheden iets afgenomen (Figuur 5.9), maar of dat iets te maken heeft met het kierbesluit valt nu nog niet te zeggen, daarvoor is de meetreeks nog te kort.



Figuur 5.9 Dichtheden van planteneters in de Haringvlietmonding de periodes: 2014/2019 - 2019/2023 (bron: RWS-CIV).

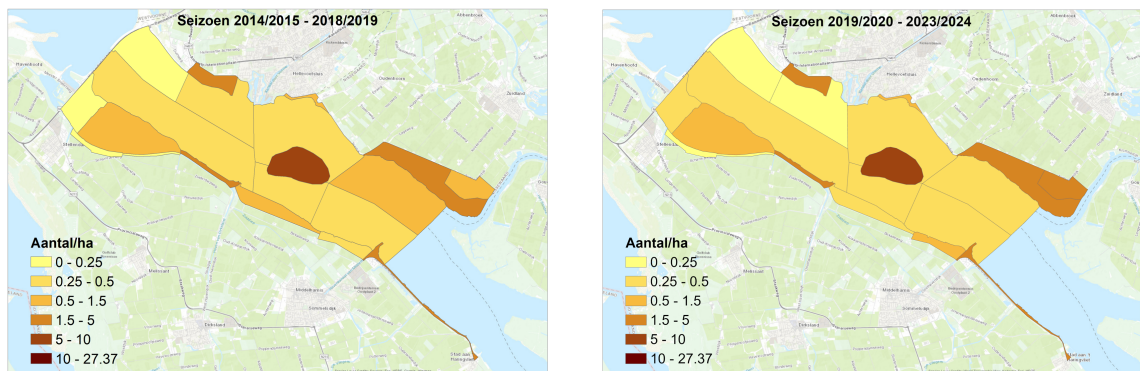
Haringvliet-west

De planteneters bestaan zowel uit vogels van grasgorzen (vooral ganzen) als uit soorten van ondiep water en slik, zoals de pijlstaart en wintertaling. Wilde eend en smient gebruiken het Haringvliet vooral als rustgebied overdag; 's nachts foerageren ze in binnendijkse gebieden.



De talrijkste soorten zijn brandgans en grauwe gans, die vooral van de grasgorzen van het Haringvliet gebruikmaken. Talrijke eendensoorten zijn smient en wilde eend. Van de zwanen is de knobbelzwaan verreweg de talrijkste soort.

Figuur 5.10 laat zien dat het gebiedsgebruik van de slikgebonden planteneters in grote lijnen gelijk is gebleven. Onder de toegenomen soorten zijn hoofdzakelijk grote canadese gans (+61%) en knobbelzwaan (+42%). Recente opvallende afnames zijn die van smient (-64%), kolgans en brandgans. Een directe link met het kieren kon voor deze soorten niet worden gelegd.



Figuur 5.10 Dichtheden waterplanteneters in het westelijke deel van het Haringvliet-west in de periodes: 2014/15-2018/2019 - 2019/20-2023/24 (bron: RWS-CIV).

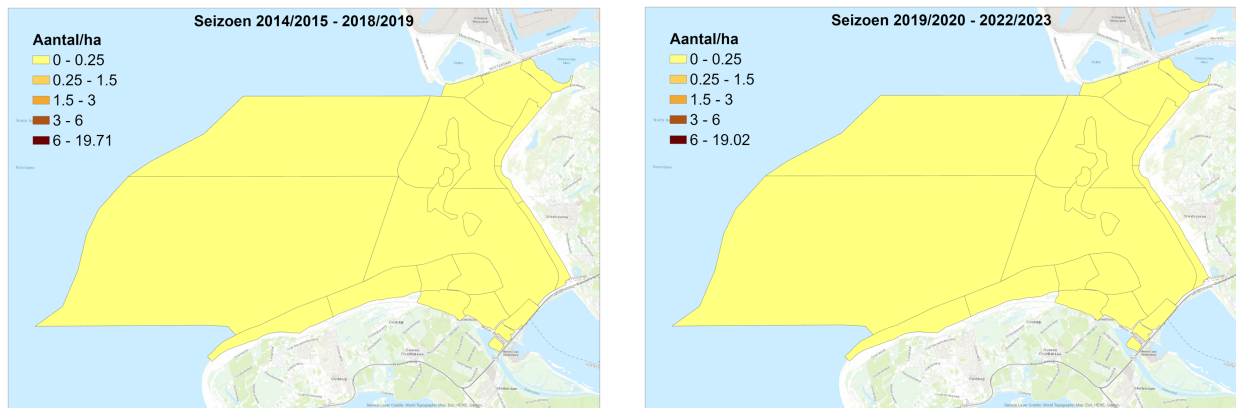
5.3.5 Viseters van oevers

Haringvlietmonding

Belangrijkste viseters van oevers in de Haringvlietmonding in volgorde van talrijkheid zijn:

1. Lepelaar
2. Blauwe reiger

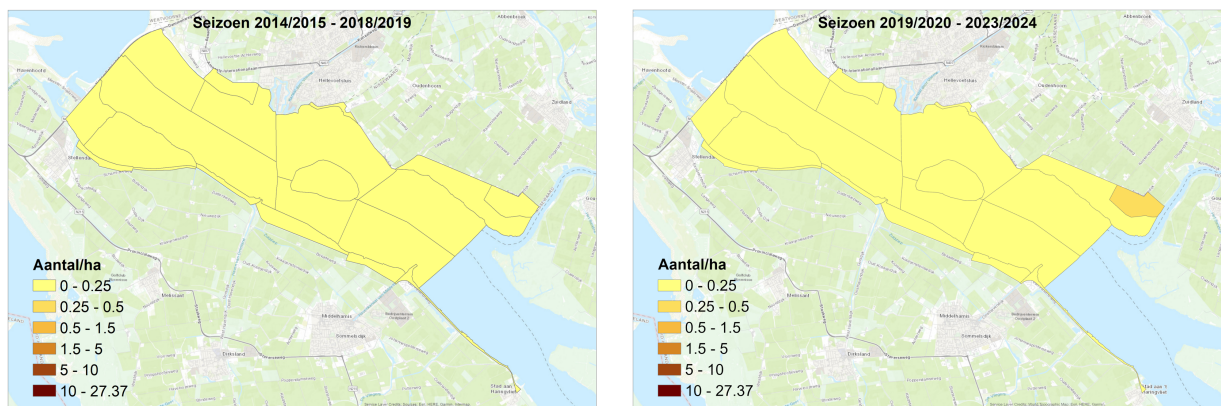
Van mei tot en met september verblijven relatief belangrijke aantallen lepelaars in de Haringvlietmonding. In het voorjaar en de zomer foerageren er lepelaars uit nabijgelegen kolonies. De belangrijkste gebieden voor lepelaars zijn de slikken van de Westplaat en de Kwade Hoek. (Figuur 5.11). Directe effecten van het kierenbesluit op deze voedselgroep zijn niet waargenomen.



Figuur 5.11 Dichtheden van viseters van ondiep water in de Haringvlietmonding in de periodes: 2014/15-2018/2019 – 2019/20-2022/23 (bron: RWS-CIV).

Haringvliet-west

In het westelijke deel van het Haringvliet komen de blauwe reiger, grote zilverreiger, kleine zilverreiger en lepelaar voor. Hiervan is de lepelaar de talrijkste soort gevolgd door de blauwe reiger. Ze voeden zich o.a. met vissen, waterinsecten en amfibieën, en reigers tevens met kleine zoogdieren. De vier vogelsoorten komen slechts in lage dichtheden voor in het westelijke deel van het Haringvliet (Figuur 5.12).



Figuur 5.12 Dichtheden viseters van ondiep water in het in het westelijk deel van het Haringvliet-west in de periodes: 2014/15-2018/2019 - 2019/20-2023/24 (bron: RWS-CIV).



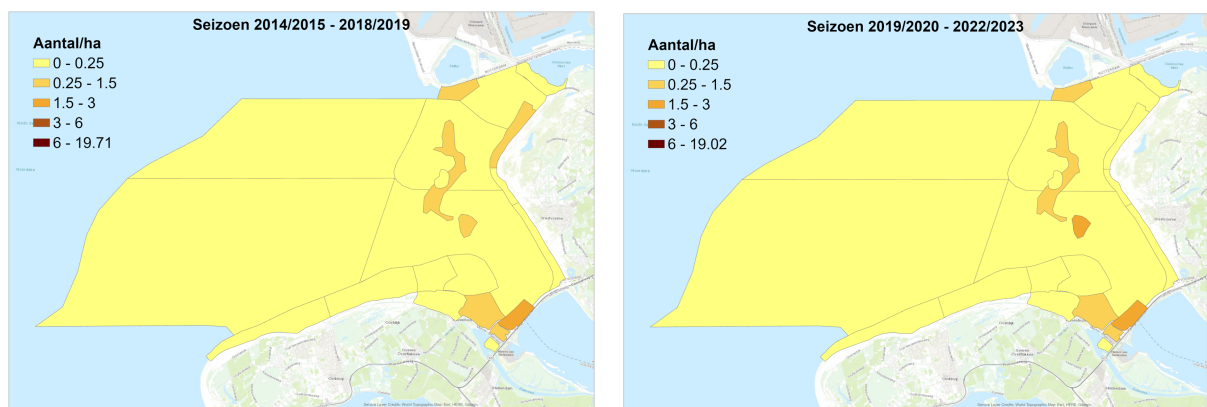
5.3.6 Viseters van open water

Haringvlietmonding

Belangrijkste vertegenwoordigers in de Haringvlietmonding in volgorde van talrijkheid zijn:

1. Aalscholver
2. Middelste zaagbek

Het hele jaar door zijn belangrijke aantallen viseters aanwezig in de Haringvlietmonding, in het zomerhalfjaar zijn de aantallen het hoogst. De aalscholver is verreweg de talrijkste vertegenwoordiger van deze groep. Ze jagen met name tijdens hoogwater op vis; met laagwater rusten ze op de platen. In de zomerperiode rusten hier ook veel visdieven en grote sterns, dat verklaart de hoge dichtheden op het Slufterstrand en de Hinderplaat (Figuur 5.13). In de telperiode 2019/2020 – 2022/2023 worden nog steeds hoge dichtheden viseters steeds bereikt vóór de Haringvlietsluizen. Hier fourageren vooral aalscholvers en visdieven op de half verdoofde vissen die door de sluis naar buiten worden gespuid. Een directe link met het kieren kon voor deze soorten niet worden gelegd.

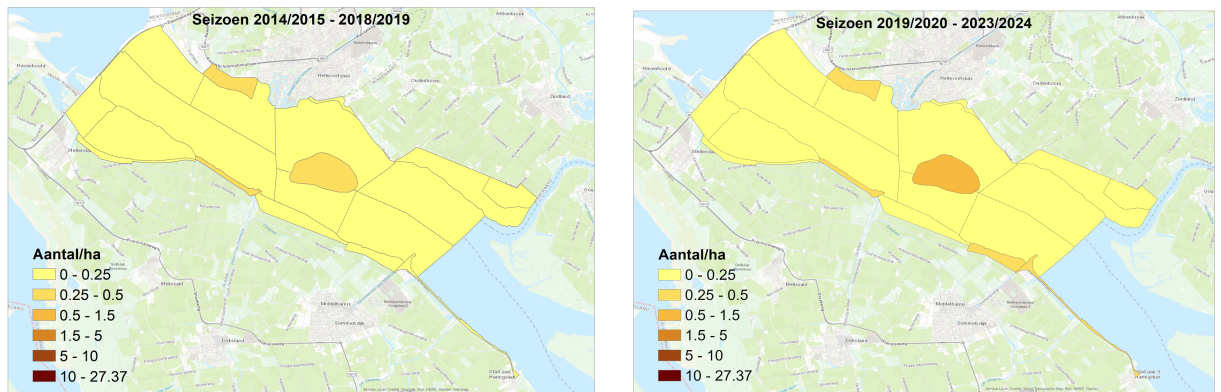


Figuur 5.13 Dichtheden van viseters open water in de Haringvlietmonding in de periodes: 2014/15-2018/2019 – 2019/20-2022/23 (bron: RWS-CIV).

Haringvliet-west

In het westelijke deel van het Haringvliet zijn de aalscholver en fuut het talrijkst met jaarrond gemiddeld ca. 4.000 en 2.800 vogels. Hierop volgend komt middelste zaagbek en vervolgens dodaars en grote zaagbek, die alle drie veel lagere aantallen bereiken.

Op de Slijkplaat komen een steeds hogere dichtheid vogels voor ten opzichte van omliggende gebieden. De Slijkplaat wordt vooral gebruikt door rustende aalscholvers en geven niet het relatieve belang als foerageergebied weer. In de periode 2019/2020-2023/2024 zijn ook iets hogere dichtheden viseters te vinden langs de zuidoever net oostelijk van de Scheelhoek (Figuur 5.14). Dit wordt vooral veroorzaakt door een toename van het aantal futen op dit traject.



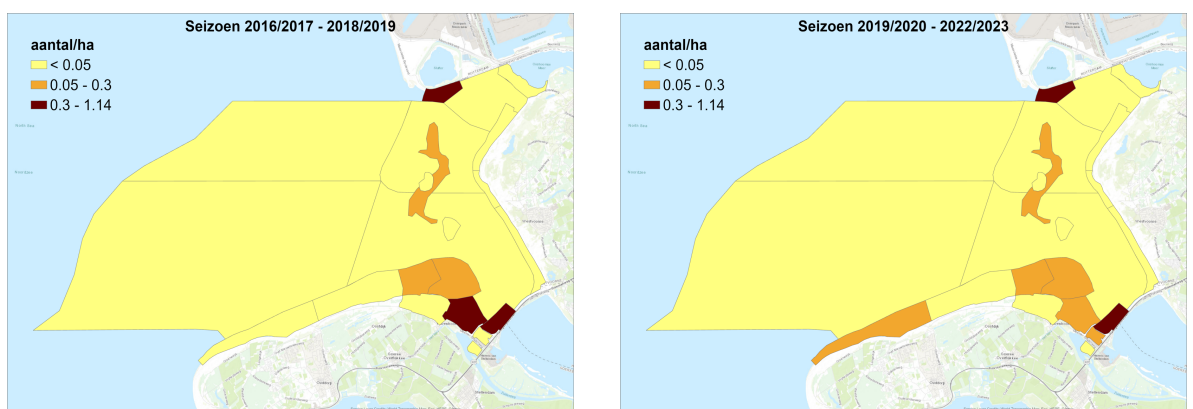
Figuur 5.14 Dichtheden viseters van open water in het westelijk deel van het Haringvliet-west in de periodes: 2014/15-2018/2019 - 2019/20-2023/24 (bron: RWS-CIV).

Een opvallend verschil tussen de telperiodes is de afname van de dodaars en de geoorde fuut. Daarentegen is de aalscholver juist verder toegenomen tot gemiddeld 5.000 vogels. Of deze veranderingen teweeg worden gebracht door het kieren is niet direct te zeggen. Wel hebben geoorde fuut en dodaars meer een voorkeur voor zoete wateren dan brak of zout.

5.3.7 Sterns

Haringvlietmonding

Sterns zijn viseters en vrijwel alleen in de zomermaanden aanwezig, ze overwinteren in Afrika. De belangrijkste (rust)gebieden zijn Slufterstrand, Hinderplaat en Kwade Hoek. De belangrijkste foerageergebieden zijn Slufterstrand, de baai van de Kwade Hoek en Haringvlietluizen (Figuur 5.15).



Figuur 5.15 Dichtheden van sterns in de Haringvlietmonding in de periodes van 2014/15-2018/2019 – 2019/20-2022/23 (bron: RWS-CIV).



De Haringvlietmonding is een belangrijk gebied voor de visdief. Visdiefjes foerageren massaal voor de Haringvlietsluizen op visjes die even verdoofd zijn door de overgang van zoet naar zout. Nog meer dan verdoving is de turbulentie van belang. Er is een woelbak (een soort schans) die zorgt dat de spuistroming opwervelt naar de wateroppervlakte waarna de vis eenvoudig kan worden opgevist (o.a. De Brabander, 2024).

Het beheer van de Haringvlietsluizen heeft invloed op de beschikbaarheid van zoetwatervis en daarmee ook op de foerageerfunctie van de Haringvlietmonding voor de visdieven van de Scheelhoekkolonie. Vanwege de relatief korte meetreeks en variatie in aantallen is er geen verband aan te geven tussen de aantallen voor en na het kieren.

Op de Scheelhoekeilanden in het Haringvliet zijn in sommige jaren ook grote sterns aanwezig. Grote Sterns foerageren meestal niet in de Haringvlietmonding maar verder op zee, buiten de Haringvlietmonding. Ze gebruiken het gebied vooral om te rusten (Tulp *et al.*, 2018).

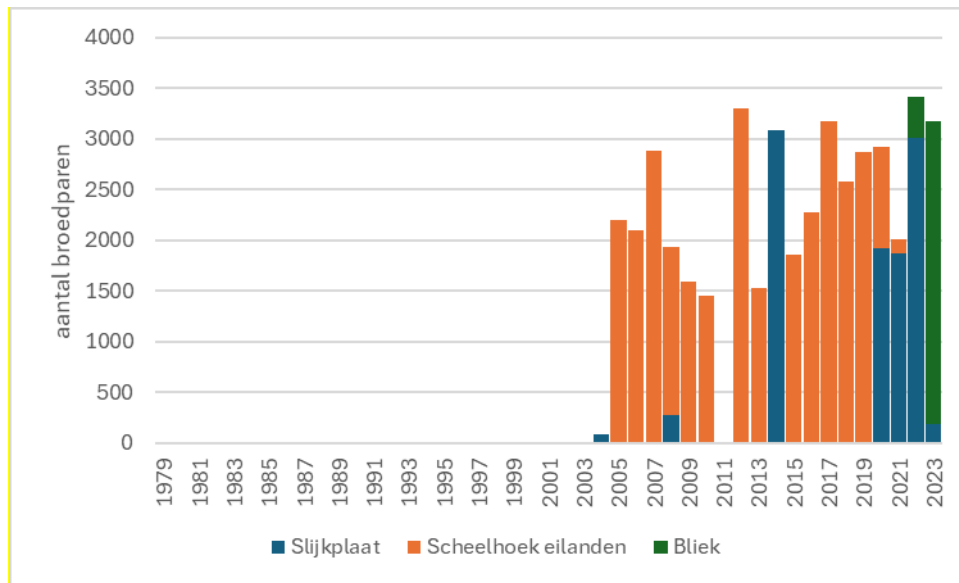
Haringvliet-west

Sterns komen niet voor in de reguliere tellingen van het Haringvliet-west. Dit is opmerkelijk, omdat zowel op de Scheelhoekeilanden als op de Slijkplaat vrijwel ieder jaar kolonies van hetzij grote stern hetzij visdief aanwezig zijn. Vermoedelijk worden ze niet bij de watervogeltellingen meegenomen, omdat de broedkolonies van kustbroedvogels bij de MWTL-kustbroedvogels worden meegenomen. Hierdoor is er geen inzicht in hoeverre de vogels van deze kolonies in het Haringvliet foerageren.

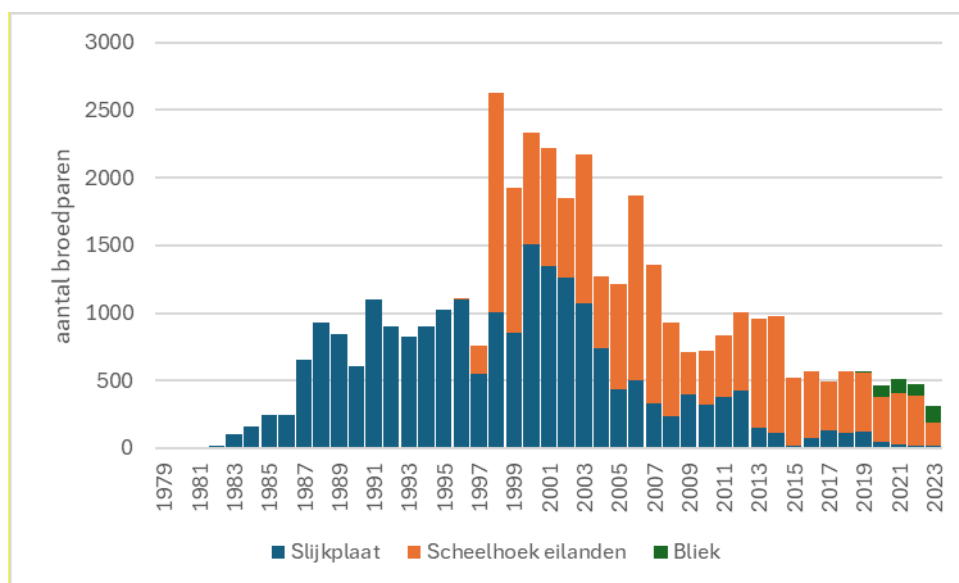
Om het belang van het gebied voor sterns te kunnen duiden, zijn in Figuur 5.16 t/m Figuur 5.18 de aantallen broedparen van de grote stern, visdief en dwergstern op de Scheelhoekeilanden, Slijkplaat en Blik gepresenteerd. Eiland Blik is recent aangelegd (2019) en ligt in de monding van het Spui. Voor de grote stern is het gebied tegenwoordig van groot belang voor de Deltapopulatie. Er zijn maar twee grote kolonies in het Deltagebied waarvan één in Haringvliet-west. Ook van de visdief en dwergstern broeden relatief belangrijke aantallen in Haringvliet-west.

Het succes van de kolonies in Haringvliet-west is te danken aan de gunstige ligging ten opzichte van de voedselgebieden rond de sluizen en in de Voordelta. Voor de dwergstern speelt dit waarschijnlijk minder omdat die gewoonlijk niet ver van de kolonie in ondiep water foerageert, in dit geval dus in het Haringvliet.

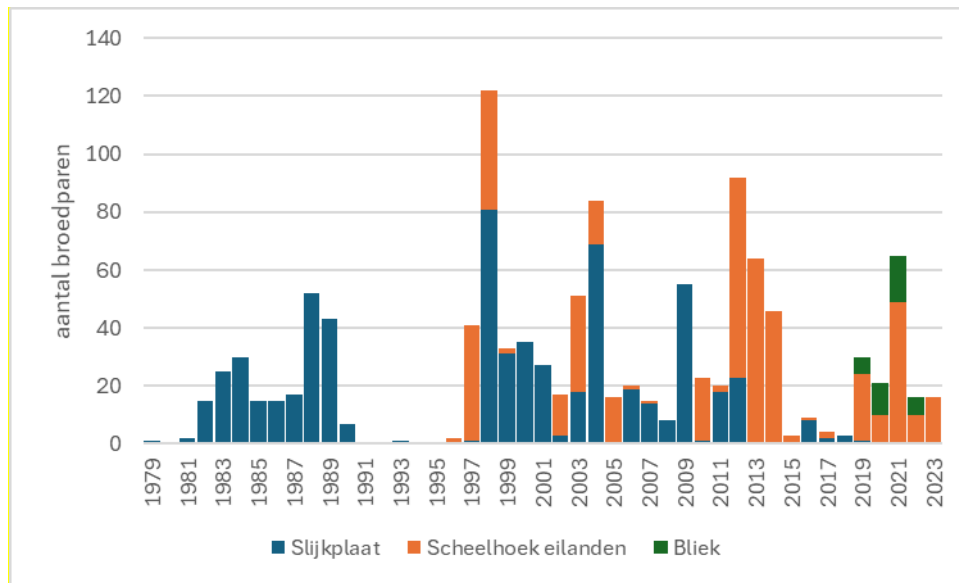
Er zijn voorsnog geen aanwijzingen dat implementatie van het kierbesluit invloed heeft op de aantallen broedende sterns. Hiervoor is het oppervlakte geschikt broedhabitat binnen en buiten het Haringvliet (meer) bepalend.



Figuur 5.16 Aantal broedparen van de grote stern op de Slijkplaat en Scheelhoekeilanden in de periode 1979-2023 (bron: RWS-CIV).



Figuur 5.17 Aantal broedparen van de visdief op de Slijkplaat en Scheelhoekeilanden in de periode 1979-2023 (bron: RWS-CIV).



Figuur 5.18 Aantal broedparen van de dwergster op de Slijkplaat, Scheelhoek eilanden en Blik in de periode 1979-2023 (bron: RWS-CIV).



6 Zeezoogdieren

6.1 Inleiding

Soorten en verspreiding

Er komen, uitgezonderd enkele zeer zeldzame soorten, drie soorten zeezoogdieren voor in de Voordelta. Het betreft twee soorten zeehonden, de gewone zeehond (*Phoca vitulina*) en de grijze zeehond (*Halichoerus grypus*), en de bruinvis (*Phocoena phocoena*). De bruinvis komt voor in de gehele Noordzee en komt alleen naar de Voordelta om te foerageren.

Beide soorten zeehonden komen in alle zoute watersystemen in het Deltagebied voor, met uitzondering van het Verse Meer. Ze maken deel uit van een Noordwest-Europese metapopulatie; er vindt regelmatig uitwisseling plaats met de Waddenzee en ook met Groot-Brittannië. In de eerste helft van de vorige eeuw werden de zeehonden uitgeroeid in het Deltagebied vanwege de vermeende concurrentie met de visserij. Tot in de jaren zestig van de vorige eeuw kreeg men een premie voor het doden van zeehonden.

Belangrijk voor het voorkomen van zeehonden zijn droogvallende zandplaten waar de zeehonden kunnen rusten tijdens laagwater. Ze liggen bij voorkeur op plekken waar een steile oever grenst aan een geul, zodat ze snel het water in kunnen vluchten bij verstoring. Als de platen weer onderlopen, gaan de zeehonden op jacht naar vis; ze kunnen daarbij tientallen kilometers zwemmen. Van gezenderde zeehonden weten we dat ze zich over grote afstanden kunnen verplaatsen en ook ver op zee foerageren. Grijze zeehonden werpen hun jongen in de winter (november-december) en gewone zeehonden werpen hun jongen in de zomer (mei-juli).

Beide soorten zeehonden komen naast elkaar voor maar de grijze zeehond concentreert zich in de Voordelta en is minder algemeen in de andere bekkens als de gewone zeehond. Op de Bollen van de Ooster, een zandplaat voor de Brouwersdam, worden tegenwoordig vaak meer dan 1.000 grijze zeehonden geteld. Gewone zeehonden worden het hele jaar door in vergelijkbare aantallen geteld, wat meer verspreid over kleinere groepen. Grijze zeehonden zijn in de periode februari – mei beduidend talrijker dan in de rest van het jaar. De groep op de droogvallende platen in de Haringvlietmonding mag beschouwd worden als een indicator voor de draagkracht van het systeem.



Voor beide soorten geldt dat het aantal jongen dat wordt gezien te gering is om de populatie in stand te houden. Desondanks groeit de populatie in het Deltagebied. Er is dus sprake van netto immigratie vanuit de Waddenzee en Groot-Brittannië.

Telmethode

In het Deltagebied worden zeehonden geteld vanuit een vliegtuig. Deze vliegtuigtellingen waren in eerste instantie opgezet om de zee-eenden in de Voordelta te tellen. Vanaf het moment dat de zeehonden in het Deltagebied verschenen, werden die ook meegeteld. Tellingen worden uitgevoerd rond laagwater, omdat de zeehonden dan op de droogvallende platen rusten en goed te tellen zijn.

In de periode 1987/1988 – 2003/2004 werden de vliegtuigtellingen uitgevoerd in het kader van diverse projecten. Vanaf seizoen 2004/2005 zijn de vliegtuigtellingen van zee-eenden en zeezoogdieren opgenomen in het monitoringprogramma (MWTL) van Rijkswaterstaat; met ingang van seizoen 2013/2014 is dat in samenwerking met de Provincie Zeeland. Tot aan het seizoen 1994/1995 vonden de tellingen nog onregelmatig plaats, daarna wordt maandelijks geteld. Vanaf 2014/2015 worden geen vliegtuigtellingen meer uitgevoerd in september en oktober. In november wordt alleen de Voordelta geteld vanuit het vliegtuig (Hoekstein *et al.*, 2024).

De gepresenteerde aantallen betreffen een minimum van de aanwezige populatie zeehonden. Niet alle zeehonden liggen op hetzelfde moment op de zandbanken; een onbekend deel van de populatie verblijft in het water waar ze niet worden gezien als ze onderduiken. Het niet getelde deel verschilt sterk met weersomstandigheden, waterpeil en eventuele verstoringen en bedraagt naar schatting tientallen procenten.

Het monitoren van bruinvissen vergt een systematische aanpak. Vanaf 1991 worden zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands continentaal Plat (NCP) jaarlijks gemonitord in opdracht van Rijkswaterstaat (Fijn *et al.*, 2020). In dit hoofdstuk zijn ook data uit andere surveys in het gebied meegenomen, zoals het PMR-onderzoek, omdat uit de reguliere monitoring erg weinig waarnemingen kwamen.

Kier

Een gewijzigd sluisbeheer heeft mogelijk enige invloed op de zeezoogdieren via het aanbod van uitgespoelde zoetwatervis; dit aanbod neemt mogelijk af (zie ook paragraaf 8.1 en Reeze *et al.*, 2020). Daarnaast kunnen zeezoogdieren het Haringvliet mogelijk gemakkelijker bereiken via de geopende sluizen. Aangezien het Haringvliet grotendeels zoet zal blijven, wordt echter aangenomen dat zeezoogdieren niet in grote aantallen het Haringvliet zullen gaan bevolken.

6.2 Zeezoogdieren met een instandhoudingsdoel

6.2.1 Voordelta

Het Natura 2000-gebied Voordelta is aangewezen voor de bruinvis, gewone zeehond en grijze zeehond. Voor de bruinvis en grijze zeehond is geen doelaantal opgenomen in het aanwijzingsbesluit. Voor de gewone zeehond is een doelaantal van 200 exemplaren



opgesteld voor de hele Delta (Tabel 6.1). Op basis van de gemiddelde seizoensmaxima van de telseizoenen 2018/19 – 2022/23 voldoet de gewone zeehond aan het instandhoudingsdoel. Sinds begonnen is met kieren is het aantal grijze - en gewone zeehonden toegenomen. Deze trend is ook elders in het Deltagebied te zien (Hoekstein *et al.*, 2024) en lijkt geen relatie te hebben met het kieren.

Tabel 6.1 *Overzicht van de zeezoogdieren met een instandhoudingsdoel voor het Natura 2000-gebied Voordelta. Weergegeven zijn het instandhoudingsdoel (Rijkswaterstaat, 2016), de staat van instandhouding (Svl) en het gemiddeld seizoenmaximum van de laatste vijf telseizoenen (2018/19-2022/23) (RWS, CBS, provincies). Svl: -- = zeer ongunstig, - = matig ongunstig, + = gunstig.*

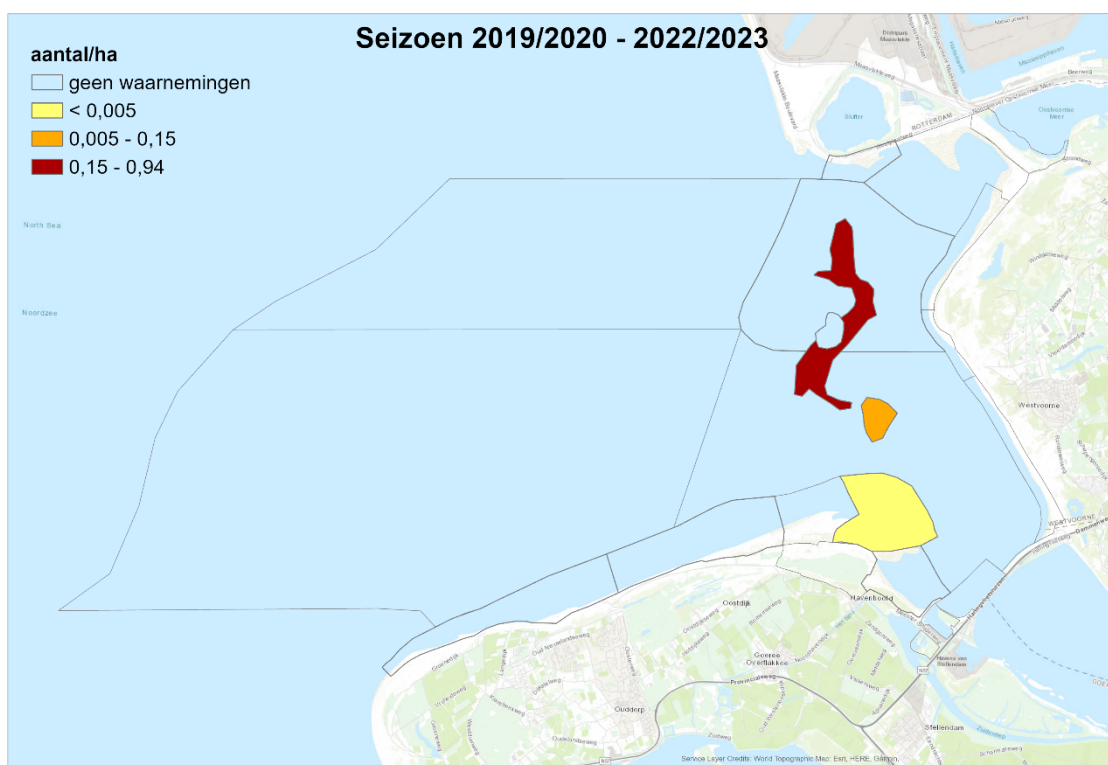
Soort	Instandhoudingsdoel Voordelta	Svl	Gemiddeld seizoenmaximum 2014/15-2018/19	Gemiddeld seizoenmaximum 2018/19-2022/23	Voedselvoorkeur
Bruinvis		-	-	-	Vis
Grijze zeehond		-	1.293	2.365	Vis
Gewone zeehond	200*	+	550	682	Vis

**Doelaantal voor de hele Delta*

6.2.2 Aantallen, trends en verspreiding in Haringvlietmonding

De Hinderplaat was één van de eerste gebieden in het Deltagebied waar zeehonden met aantallen van betekenis voorkwamen. In het begin waren dat alleen gewone zeehonden, vanaf begin deze eeuw werden ook grijze zeehonden waargenomen.

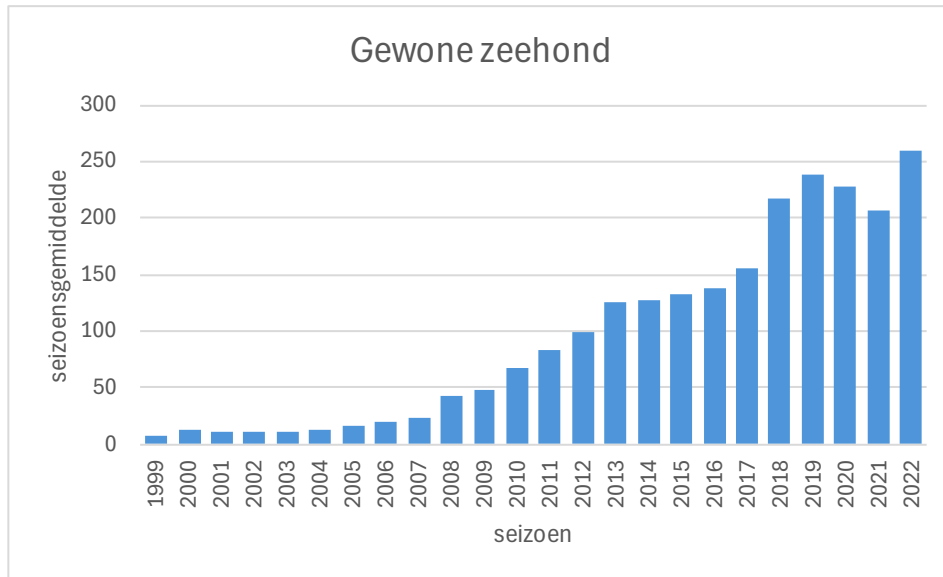
In de periode 1999/2000-2022/2023 zijn de aantallen zeehonden enorm toegenomen, met name de gewone zeehond (Tabel 6.2, Figuur 6.1 en



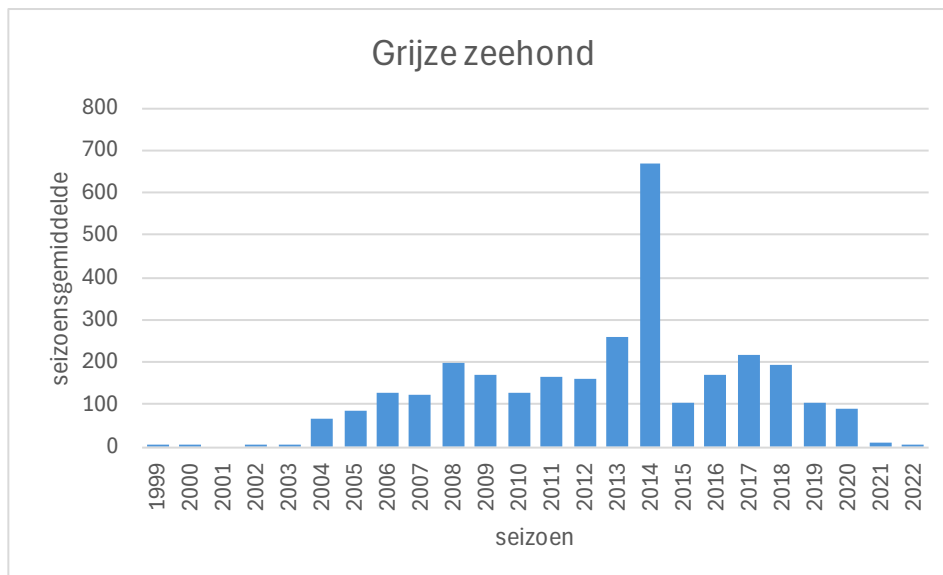
Figuur 6.2). De toename is vergelijkbaar met de toename elders in het Deltagebied (Hoekstein *et al.*, 2024). Tegenwoordig worden in de Haringvlietmonding jaarlijkse maxima van 290-380 gewone zeehonden en 7-80 grijze zeehonden geteld. De aantallen grijze zeehonden nemen recent in de Haringvlietmonding weer af, terwijl de trend voor de rest van het Deltagebied nog steeds positief is. Binnen het Deltagebied lijkt er sprake van steeds meer concentratie van de grijze zeehonden op slechts enkele locaties: de Bollen van de Ooster, de platen voor de Kop van Schouwen en de Westerscheldemonding.

Tabel 6.2 Vier- of Vijfjaarlijks seizoengemiddelde van zeehonden in de Haringvlietmonding.

Voordelta Haringvliet	Gewone Zeehond	Grijze Zeehond	Gewone Zeehond	Grijze Zeehond
	adult	adult	jong	jong
1999-2003	10,2	0,2	0,0	0,0
2004-2008	22,6	10,1	0,0	0,0
2009-2013	84,5	14,8	0,2	0,1
2014-2018	151,7	22,6	0,8	0,0
2019-2022	232,9	4,3	1,9	0,2



Figuur 6.1 Trend van het seizoensgemiddelde van de gewone zeehond in de Haringvlietmonding.



Figuur 6.2 Trend van het seizoensgemiddelde van de grijze zeehond in de Haringvlietmonding.

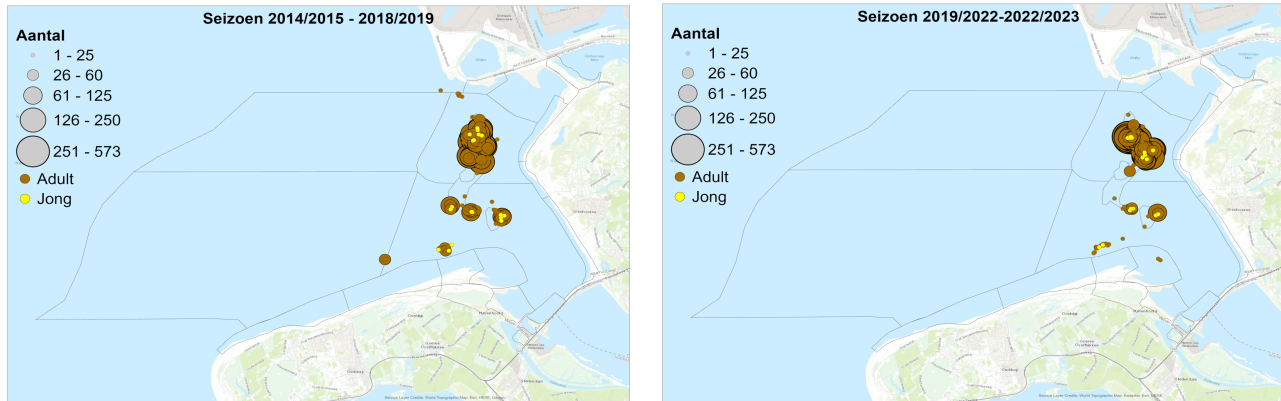
In seizoen 2014 werd tijdens een telling eenmalig een grote groep grijze zeehonden waargenomen op de Hinderplaat. Gezien het aantal dieren moeten dat dieren zijn geweest die gewoonlijk op de Bollen van de Ooster in de Grevelingenmonding liggen; vermoedelijk waren ze daar verstoord.

6.2.3 Verspreiding

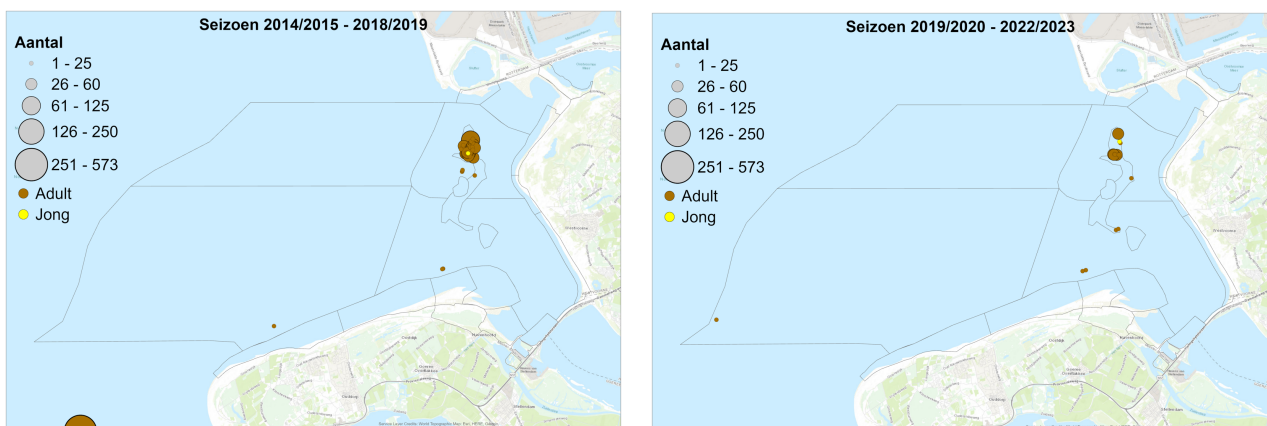
De zeehonden rusten met name op de Hinderplaat (Figuur 6.3 en Figuur 6.4). Naarmate de Hinderplaat zich ontwikkelde, namen de aantallen toe en werd verspreiding groter. Vanaf de tweede periode (2009/2010-2013/2014 zie Reeze *et al.*, 2020) liggen steeds vaker zeehonden op de zuidkant van de plaat. Tegenwoordig liggen er ook veel zeehonden op de Garnalenplaat.



Zeehonden worden regelmatig waargenomen bij de Haringvlietsluizen om te foerageren op uitgespoelde zoetwatervissen (o.a. De Brabander, 2024). Vooralsnog lijken de sluizen een barrière voor zeehonden en komen ze niet in het Haringvliet. De gemeten trends zijn geen aanleiding voor een verband tussen de verspreiding voor en na het kieren



Figuur 6.3 Aantal exemplaren per ligplaats van de gewone zeehond, totaal van alle tellingen in de perioden 2014/2019 – 2019/2023.



Figuur 6.4 Aantal exemplaren per ligplaats van de grijze zeehond, totaal van alle tellingen in de perioden 2014/2019 – 2019/2023.

6.3 Belang gebied voor het baren en zogen van jonge zeehonden.

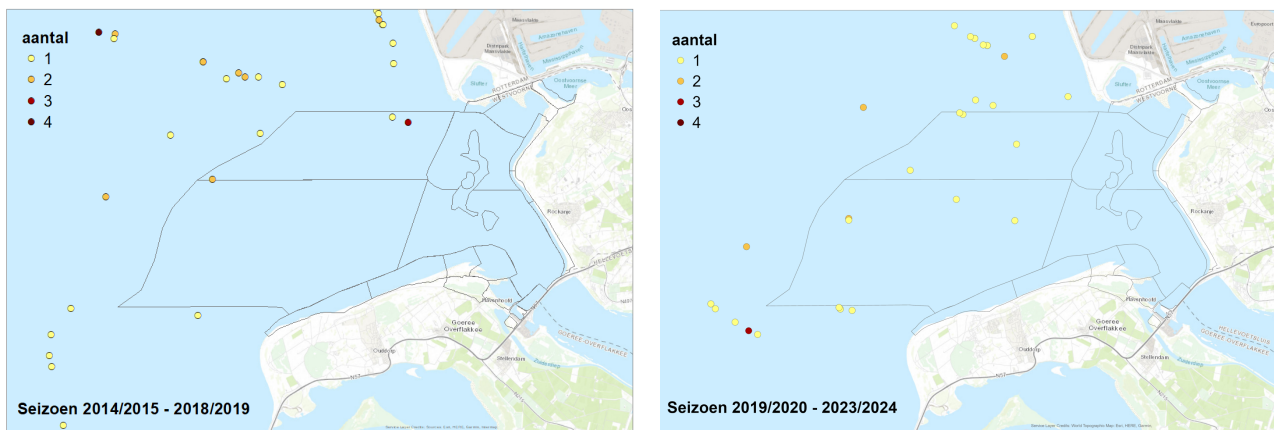
Tijdens het werpen van de jongen en de zoogperiode dienen droogvallende platen als kraamplek. Vanaf 2008 worden in mei/juni jongen van de gewone zeehond geboren, de laatste jaren enkele tientallen per jaar. Van de grijze zeehond wordt maar zo nu en dan een jong aangetroffen. Grijze zeehonden werpen hun jongen in de winter (november/december).

Het aantal jongen dat van beide soorten wordt aangetroffen tijdens de tellingen is een minimum, ze kunnen aan het foerageren zijn of al aanspoelen voordat ze geteld worden. Zowel op Hinderplaat, Garnalenplaat en Noordpampus werden jongen aangetroffen. Een verband tussen de verspreiding voor en na het kieren kan niet worden bepaald.



6.4 Bruinvissen

De Bruinvis is een kleine dolfijnensoort die leeft van vis. Door hun leefwijze worden ze weinig waargenomen, maar zijn relatief talrijk op de Noordzee. De kaarten laten zien dat bruinvissen vooral verder uit de kust worden waargenomen (Figuur 6.5). Ook is te zien dat het aantal waarnemingen is afgenomen. Of de afname in de Haringvlietmonding reëel is, zou nader onderzocht moeten worden. De gebruikte data zijn afkomstig uit diverse onderzoeken en daarmee zou de telinspanning ook een rol kunnen spelen. Volgens de meest recente trendanalyse van het CBS op basis van de MWTL-data is de trend in aantallen van de bruinvis sinds 2014 op de Noordzee zwak toenemend (Van Bemmelen *et al.*, 2023). Er is geen directe relatie tussen het kieren en het aantal waargenomen bruinvissen.



Figuur 6.5 Waarnemingen van bruinvissen in de perioden 2014/2019 – 2019/2024.



7 Aanvullende onderzoeken

In dit hoofdstuk is een korte beschrijving gegeven van de resultaten van aanvullende relevante monitoring onderzoeken die zijn uitgevoerd in het gebied tijdens de looptijd van dit project.

Voor de visonderzoeken is op 6 juni 2024 een ‘kennisbijeenkomst vis’ georganiseerd waar de projectleiders van alle betreffende onderzoeken en een aantal vis experts bij aanwezig waren (Claus *et al.*, 2024). Het doel van deze kennisbijeenkomst was het delen van de resultaten van alle visonderzoeken rond de Kier en het creëren van een gezamenlijk beeld van deze resultaten aan de hand van drie thema's:

- Totaalbeeld resultaten visonderzoeken;
- Mogelijke maatregelen ter verbetering van de werking van de Kier voor vis;
- Kennishiaten en benodigd vervolgonderzoek.

Bij de beschrijvingen van de visonderzoeken is indien van toepassing kennis aangevuld met informatie afkomstig uit de ‘kennisbijeenkomst vis’. In Bijlage I zijn de bevindingen per thema samengevat.

7.1 Projectmonitoring Kier

Om de ontwikkelingen in de visstand te volgen, wordt sinds 2005 jaarlijks, aanvullend op het MWTL-meetprogramma, een actieve visbemonstering uitgevoerd op 3 locaties in de Voordelta en 7 locaties in het Haringvliet, zie Figuur 7.1 Hop, 2016; Vriese, 2016; Hop, 2017 en Van de Ven, 2018, 2019 en 2020a). In 2021 en 2022 is ten opzichte van de eerdere jaren zowel in de Voordelta als het Haringvliet één extra meetpunt bemonsterd ten opzichte van de eerdere meetjaren, dit zijn respectievelijk Stellendam Buiten en Stellendam Binnen (Bleile, 2021; Rutjes, 2023).



Figuur 7.1 *Monsterlocaties actieve visbemonstering (projectmonitoring).*

Vanaf 2016 zijn deze bemonsteringen zoveel mogelijk uitgevoerd in de eerste helft van de zomer. Tijdens de zomermaanden zijn de sluizen in de Haringvlietdam naar verwachting namelijk vaker gesloten om zoutindringing tijdens lage rivierafvoeren te voorkomen. Bemonstering van de visstand later in de zomer laat het effect van het aangepaste sluisbeheer mogelijk minder duidelijk zien. In 2022 zijn de bemonsteringen uitgevoerd tussen 13 juni t/m 4 augustus. Er is gevist met de volgende vangtuigen: boomkor, zegen en elektrovisapparatuur (alleen op het Haringvliet) en een raamkuil (alleen op de locaties Stellendam Buiten en Stellendam Binnen) (Rutjes, 2023).

In Tabel 7-1 is een overzicht opgenomen van de gevangen vissoorten (2005-2022) en het aantal individuen per soort, ingedeeld naar ecologische gildes. In 2022 zijn in totaal 31 verschillende vissoorten aangetroffen (exclusief hybriden). In de Voordelta werden soorten uit alle ecologische zoutgildes aangetroffen, waarbij haring en bot het meest abundant waren. In het Haringvliet zijn in 2022 vrijwel alleen zoetwater- en enkele diadrome en estuariene soorten en één mariene seizoensgast (diklipharder) aangetroffen. Baars, snoek en blankvoorn zijn in het Haringvliet de meest algemene soorten.



Tabel 7-1

Samenvattend overzicht van de vissoorten, aantal gevangen individuen ingedeeld naar ecologische gilde in de Voordelta en het Haringvliet tijdens de Projectmonitoring Kier (2005-2022). Over 2005 – 2015 is het gemiddelde van het aantal gevangen exemplaren per soort gepresenteerd (bron data: Hop, 2016). Vanaf 2016 is het aantal gevangen exemplaren per soort gepresenteerd per afzonderlijk jaar (bron data: Vriese, 2016; Hop, 2016, 2017; Van de Ven, 2018, 2019 en 2020; Bleile, 2021, Rutjes, 2023). In geel gearceerd zijn zoetwatersoorten die eerder wel aangetroffen werden in de Voordelta, maar niet of vrijwel niet in 2019 en 2020. In 2021 en 2022 zijn deze soorten wel weer aangetroffen in de Voordelta.

Ecologische groep	Soorten	Voordelta								Haringvliet							
		2005-2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021*	2022*	2005-2016	2016	2017	2018	2019	2020	2021*	2022*
Diadroom	Aal/Paling	25								41	861	296	493	214	249	188	318
	Driedoornige Stekelbaars			20	1					4	2	1	1	2	2		6
	Dunlipharder													1	11	16	
	Grote marene	9															
	Fint	32		48			4	1	1		180						
	Noordzeehouting	9	108	96	86	166	14	819	8			11			1		
	Spiering	1.260		96	4		1	397	10							3	
	Atlantische zalm																
	Zeeforel	8	5	17			2	1	2								
	Zeepril					1			0								
Estuarien	Bot	1.557	1.126	1.677	6.314	328	789	1.474	1.516	278	215	565	82	607	508	162	49
	Botervis	5								51							
	Brakwatergrondel	1.275	62			1301	7	5	24								
	Dikkopje	19.337		6.846	7	426	645	262	127			1					
	Glasgrondel		2	80	4			24	1								
	Kaukasische dwerggrondel						1									40	2002
	Kleine zeenaald	2.765	10	33	6	13	7		1								
	Kleurige grondel								1								
	Puitaal	5															
	Zandspiering	1						64	25								
Marien juveniel	Griet					1											
	Haring	4.461	1.588	46.584	46.895	13.101	6.352	10.243	5.050							1	
	Kabeljauw	2															
	Koornaarvis						1	60									
	Schar				72												
	Schol	41		150	1		3	54	10								
	Steenbolk			116	3												
	Tong	8	6	493	9	12	8										
	Wijting	1			80	185		61	12								
	Zeebaars	198	2	6	26	19	13	27	6	7							
Mariene seizoengast	Ansjovis	9															
	Diklipharder	3								6			1	4			1
	Geep	1															
	Harder sp.	7	1							2	16	36					
	Sprot	26.814	28			514	951	769	233								
	Vijfdradige meun	2					13										
Mariene dwaalgast	Lorenzo's grondel						20										
Mariene soorten	Dwergtong	4															
	Horsmakreel	53															
	Kleine pieterman	1															
Zoetwatersoorten	Alver									16	44	40		420		1	
	Baars	70	229	1.094	2.335			67	4	1.327	4.224	21.286	2.407	24.723	10.926	21.010	11.346
	Blankvoorn	1	7		97	3		3		15.107	3.465	10.244	759	3.895	10.198	49.523	1.821
	Brasem	5	5			1		7	1	3.839	664	772	51	279	79	168	185
	Giebel													1			
	Karper									124	12	11	18	7	3	6	18
	Kleine modderkruiper									12		44	1	3	22	19	13
	Kolblei									23	8			2			
	Pos		4			8				24	21	2	4	9	1		
	Riviergrondel									4							
	Ruisvoorn									5					7		
	Snoek										2	6	5	4	3	5	3
	Snoekbaars	1.618	66	4.280	87.240		1	871	18	798	400	4.588	843	2.119	534	831	4884
	Spiegelkarper									16		4				1	
	Winde		33			2				1.236	1.281	1.699	1.645	187	45	387	345
Exoot zoetwater	Blaauwneus		1								2						1
	Marmergrondel														5	5	
	Pontische stroomgrondel		1							36	30	53	2	14	1	14	1
	Roofblei		4			1				115	126	105	69	72	7	14	8
	Zwartbekgrondel	8	49						20	48	1.519	514	190	253	624	395	483
Totaal individuen		59.605	3.337	61.636	143.028	16.084	8.832	15.209	7.070	23.119	13.066	40.284	6.571	32.816	23.226	72.790	21.483
Totaal soorten		34	21	16	17	18	18	19	20	23	19	21	16	20	19	21	16

2021* & 2022* In de Voordelta en het Haringvliet is 1 extra meetpunt bemonsterd ten opzichte van de eerdere meetjaren, dit zijn respectievelijk Stellendam Buiten en Stellendam Binnen.



In Tabel 7-2 is het totaal aantal aangetroffen vissoorten weergegeven voor de jaren waarin de monitoring werd uitgevoerd. In Tabel 7-3 en in Tabel 7-4 is het aantal soorten voor resp. de Voordelta en het Haringvliet-West opgenomen, opgesplitst naar gilde.

Tabel 7-2 Het totaal aantal aangetroffen soorten in de verschillende jaren waarin de monitoring van het Haringvliet en de Voordelta werd uitgevoerd (2007-2022) (Rutjes, 2023).

Jaar	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Aantal soorten	29	22	26	24	35	26	28	30	30	32	34	32	31

Tabel 7-3 Aantal gevangen soorten per ecologisch gilde in de Voordelta (2007-2022) (Rutjes, 2023).

Gilde	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Diadroom	4	3	3	3	5	6	1	4	2	2	3	4	4
Estuariene resident	5	3	3	4	7	3	5	5	6	5	5	5	7
Mariene seizoensgast	2	3	4	2	4	1	2	0	1	1	2	1	1
Mariene dwaalgast	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Mariene juveniel	5	1	2	2	4	5	3	5	7	5	5	5	4
Zoetwatersoort	4	0	5	3	2	0	10	2	3	5	1	4	4
Totaal	20	10	17	14	22	15	21	16	19	18	17	19	20

Tabel 7-4 Aantal gevangen soorten per ecologisch gilde in het Haringvliet (2007-2022) (Rutjes, 2023).

Gilde	2007	2008	2009	2010	2011	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Diadroom	1	2	1	1	2	2	3	3	2	3	3	3	2
Estuariene resident	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	2
Mariene seizoensgast	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1
Mariene juveniel	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0
Zoetwatersoort	11	10	13	11	14	9	15	13	12	15	14	14	11
Totaal	14	14	16	14	19	13	20	19	16	20	18	20	16

In Kleppe (2023) zijn de resultaten van deze projectmonitoring van 2006-2022 nader beschouwd in relatie tot het kieren. De bevindingen en conclusies van deze overkoepelende rapportage waren als volgt:

1. Tussen de periode voor (2006-2018) en na (2019-2022) het kieren zijn in de deelgebieden van het Haringvliet:
 - Geen significante verschillen te zien in de soortensamenstelling;
 - Geen significante verschillen te zien in aantallen en biomassa;
 - Grote variaties in visstand tussen de jaren en de deelgebieden waargenomen, mede door verschillen in vangstsucces.
2. Op grond van het voorgaande zijn een drietal conclusies mogelijk:
 - Er is **nog** geen effect van het kieren op de visstand in het Haringvliet, dit heeft meer tijd nodig (time lapse effect);
 - De actieve monitoring van de visstand op het Haringvliet is, in de huidige wijze van uitvoering, niet geschikt om veranderingen in de visstand als gevolg van het kieren te achterhalen. De locatiekeuze en de methode zijn bepalend voor de resultaten van de actieve monitoring.

Tijdens de kennisbijeenkomst vis werd aanvullend genoemd dat visdata meer aan autonome ontwikkelingen dienen te worden gerelateerd.

7.2 Aanbod en intrek getijdenmigranten

Bij het lerend implementeren 'Kier' is de centrale vraag hoe het Kierbeheer geoptimaliseerd kan worden om een maximale vismigratie mogelijk te maken. Om deze reden is van 2020 tot en met 2022 de intrek van getijdenmigranten tijdens kieren gedurende hoogwater



vastgesteld. Aansluitend is bepaald in welke mate deze vissen weer uitspoelen tijdens de daaropvolgende spuiperiode, zodat kan worden vastgesteld in welke mate getijdenmigranten zich verder in het Haringvliet kunnen verspreiden (Van de Ven, 2020b; Bleile & Vriese, 2021 en Bleile & Vriese, 2023, voor de methode beschrijving zie de rapporten).

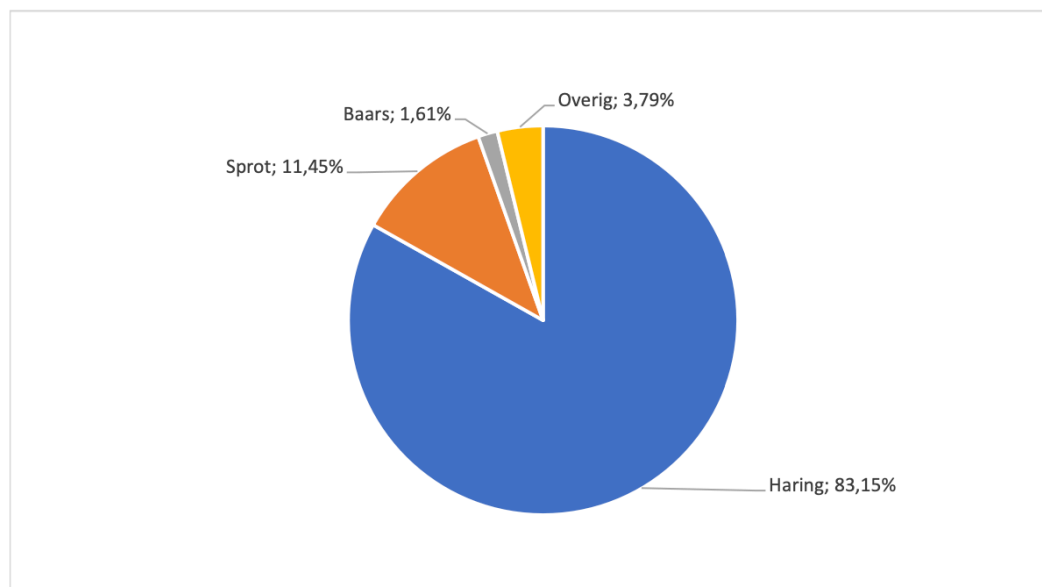
De onderzoeksvragen hierbij waren:

- Wat is het aanbod van getijdenmigranten bij spuikoker 17 aan de buitenzijde?
- Wat is de intrek van getijdenmigranten wanneer gekierd wordt rondom hoogwater?
- Wat is het aanbod van getijdenmigranten bij spuikoker 17 aan de binnenzijde?
- Wat is de uitspoeling van getijdenmigranten in de daaropvolgende spuiperiode?

De metingen voor intrek van getijdenmigranten zijn uitgevoerd tijdens de gehele kierperiode (30-60 minuten). Tijdens het kieren waren de sluisdeuren aan beide zijden geopend en was de schuif aan de zeezijde 0,4 meter geheven.

Het aanbod van getijdenmigranten bij spuikoker 17 aan de buitenzijde (Voordelta)

In Figuur 7.2 is de sortsamenstelling van de kruisnetbemonsteringen aan de buitenzijde van de dam weergegeven. Er zijn in totaal 26 vissoorten gevangen in de kruisnetten. De meest talrijke soort was haring (83%), gevolgd door sprot (11%). Hierbij gaat het met name om juveniele exemplaren. Van de overige soorten was het aandeel gering (ruim 5%) bestaande uit 1,6% baars en 3,8% overige soorten. Aal behoorde tot de overige soorten met 0,83%, net als bot met 0,36% en spiering met 0,14%. Naast vissen zijn er ook 15 wolhandkrabben gevangen tijdens de bemonsteringen aan de buitenzijde van de dam. Het beeld is in grote lijnen hetzelfde als tijdens de bemonsteringen in 2021.



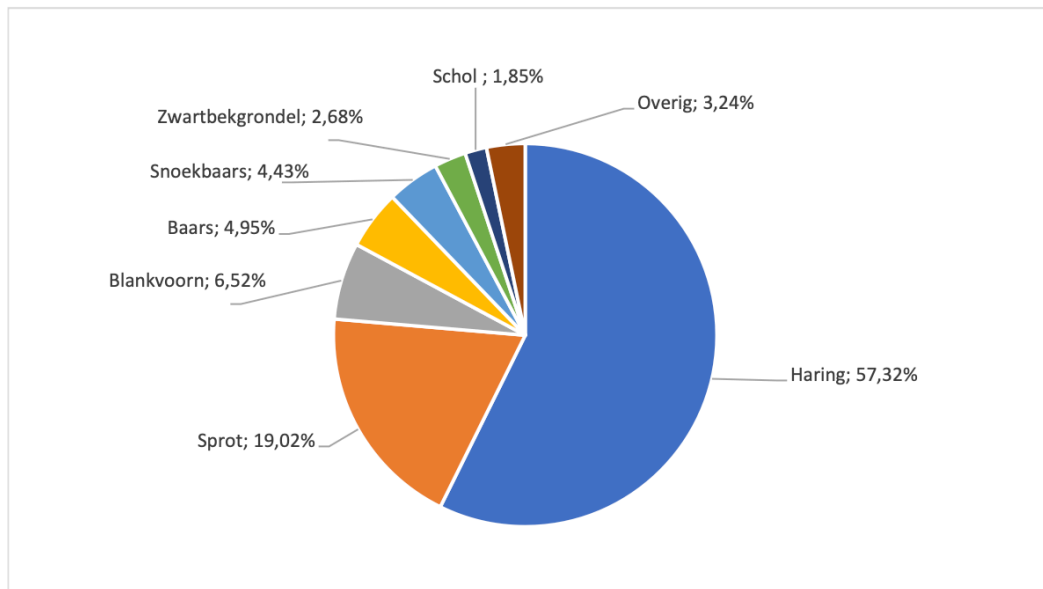
Figuur 7.2

Samenstelling van de vangsten in de kruisnetten tijdens de bemonsteringen aan de buitenzijde van de Haringvlietdam. De percentages geven het aandeel per soort weer op basis van het totaal aantal gevangen individuen gedurende de volledige monitoringperiode. Onder "Overige" vallen soorten met een percentage < 1% (Bleile & Vriese, 2023).



De intrek van getijdenmigranten wanneer gekierd wordt rondom hoogwater

In Figuur 7.3 is de soortsaamenstelling van de vangst in de puntnetten tijdens de intrekmetingen weergegeven. Er zijn in totaal 19 vissoorten gevangen in de puntnetten. De meest talrijke soorten waren haring (57%) en sprot (19%). Andere soorten van betekenis waren blankvoorn (7%), baars (5%), snoekbaars (4%), zwartbekgrondel (3%) en schol (2%). Van de overige vissoorten zijn slechts één of enkele exemplaren aangetroffen.



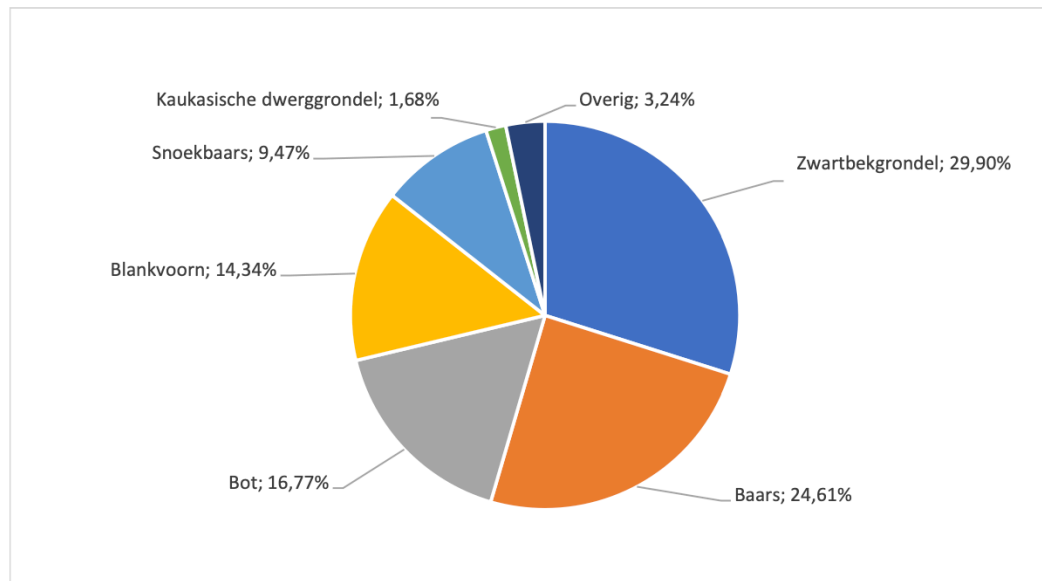
Figuur 7.3 Samenstelling van de vangsten in de puntnetten tijdens de intrekmetingen. De percentages geven het aandeel per soort weer op basis van het totaal aantal gevangen individuen gedurende de volledige monitoringperiode. Onder “Overige” vallen soorten met een percentage < 1% (Bleile & Vriese, 2023).

In 2021 zijn 24 verschillende vissoorten aangetroffen. Haring was ook toen de meest talrijke vissoort met 77,8% in de vangst. Op de tweede plaats kwam toen bot met een percentage van 7,7% in vangst. In 2022 is sprot de tweede vissoort in de vangst qua talrijkheid (ruim 19%) ten opzichte van 2,2% in 2021. In 2021 maakte aal nog 2,5% van de vangst uit; dit was in 2022 slechts 0,66%.

Opvallend in 2022 is de relatief grote intrek van juveniele zoetwatervissen tijdens het kieren (blankvoorn, baars, snoekbaars en zwartbekgrondel). Een en ander zal samenhangen met de frequentie van spuien en kieren en de hoeveelheid ingelaten water (in 2022 6,6% inlaat van het spuivolume (tot 9 juli), in de jaren 2019 was dit 3%; 2020: 1,6%; 2021: 5,1%) en mogelijk de saliniteit in de Voordelta (hoe zoeter, hoe langer juveniele zoetwatervissen kunnen overleven).

Het aanbod van getijdenmigranten bij spuikoker 17 aan de binnenzijde (Haringvliet)

In Figuur 7.4 is de soortsaamenstelling van de kruisnetbemonsteringen aan de binnenzijde van de Haringvlietdam weergegeven. Er zijn in totaal 24 vissoorten gevangen in de kruisnetten. De meest talrijke soort was zwartbekgrondel (30%), gevolgd door baars (25%), bot (17%), blankvoorn (14%) en snoekbaars (9%). Van de overige vissoorten zijn slechts één of enkele exemplaren aangetroffen.



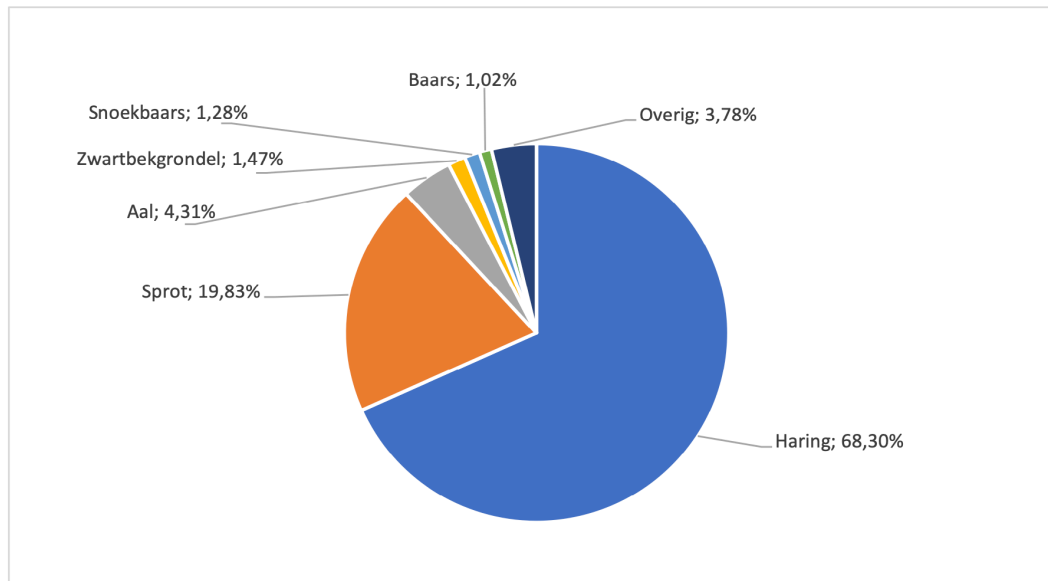
Figuur 7.4 Samenstelling van de vangsten in de kruisnetten tijdens de bemonsteringen aan de binnenzijde van de Haringvlietdam. Der percentages geven het aandeel per soort weer op basis van het totaal aantal gevangen individuen gedurende de volledige monitoringperiode. Onder “Overige” vallen soorten met een percentage < 1% (Bleile & Vriese, 2023).

Het aandeel haring dat binnen wordt aangetroffen is zeer klein: slechts 0,44% van de vangst voor haring en voor sprot nihil. Bij de intrek tijdens het kieren waren dit juist de dominante vissoorten (meer dan 75% van de intrek). Het valt niet uit te sluiten dat haring en sprot zich na het kieren via de zoutriolen en tijdens de eerstvolgende spui zich weer in grote mate hebben laten uitspoelen, vanwege contact met het zoete water in het Haringvliet. Als dat zo is, dan zou het beeld qua aantallen bij de uitspoeling van de getijdenmigranten moeten laten zien dat het voornamelijk haring en sprot betreft. Hier wordt later op teruggekomen.

Bijzonder is tevens het grote aandeel bot in het aanbod aan de binnenzijde. Bij het kieren (intrek) is deze soort slechts in zeer geringe mate aangetroffen. Het zou er op kunnen wijzen dat deze getijdenmigrant maar zeer beperkt wordt uitgespoeld. De juvenielen van deze soort kennen dan ook een gerichte trek naar het zoete water, hun favoriete verblijfplaats.

Uitspoeling van getijdenmigranten in de daaropvolgende spuiperiode

In Figuur 7.5 is de soortsaamenstelling van de puntnetten tijdens de uitspoelmetingen weergegeven. Er zijn in totaal 21 vissoorten gevangen tijdens de bemonsteringen. De meest aangetroffen vissoort was haring (68%), gevolgd door sprot (20%) en aal (4%). Bij haring en sprot gaat het hierbij met name om juveniele exemplaren. Van de overige vissoorten zijn slechts één of enkele exemplaren aangetroffen.



Figuur 7.5 Samenstelling van de vangsten in de puntnetten tijdens de uitspoelmetingen. Der percentages geven het aandeel per soort weer op basis van het totaal aantal gevangen individuen gedurende de volledige monitoringperiode. Onder “Overige” vallen soorten met een percentage < 1% (Bleile & Vriese, 2023).

Deze figuur van de uitspoeling van soorten (Figuur 7.5) lijkt in hoge mate op de figuur van de intrek (Figuur 7.3). In beide gevallen is het aandeel van haring en sprot heel hoog (uitspoeling haring 68,3%: intrek haring 57,3%; uitspoeling sprot 19,8%: intrek sprot 19,0%). In beide gevallen maken de soorten zwartbekgrondel, snoekbaars en baars een aanzienlijk deel uit van de vangst. Verder is het aandeel aal dat uitspoelt best aanzienlijk; in de intrek is dat veel minder. De soorten blankvoorn en schol zijn ook nog redelijk vertegenwoordigd bij de intrek maar minder in de uitspoeling, als percentage van de vangst. Er lijkt met betrekking tot de uitspoeling in mindere mate een relatie te bestaan met het aanbod aan de binnenzijde. Dit lijkt opmerkelijk maar er moet worden bedacht dat de uitspoeling is gemeten direct na de intrekmeting. Op grond daarvan zou het kunnen dat de overeenkomst tussen die metingen groter is dan tussen de metingen van het aanbod aan de binnenzijde en de meting van de uitspoeling.

Bij het vergelijken van de uitspoeling met de intrek per 1.000 m³ moet worden gerealiseerd dat het totale spuidebiet veel groter is dan het kierdebiet over de gehele kierperiode. De totale uitspoeling aan vis kan daarmee veel groter zijn. Echter, het kan ook zijn dat naarmate de spuiperiode vordert, de uitspoeling afneemt door verdunning van de aanwezige getijdenmigranten (analoog bemonstering van gemalen, de eerste momenten is de vangst groot, maar deze neemt later snel af).

Intrek versus uitspoeling van getijdenmigranten

Wanneer de vangsten uit de puntnetten tijdens het kieren en spuien vergeleken worden wordt duidelijk dat een groot deel van de tijdens het kieren naar binnen getrokken vissen in de eerstvolgende spuiperiode waarschijnlijk weer naar buiten worden gespoeld. Op 10 maart, 10 mei, 8 juni en 22 juni varieerde het aandeel uitgespoelde vissen ten opzichte van het aandeel ingetrokken vissen tussen 26% en 90%. Op de overige dagen zijn tijdens het spuien nota bene meer vissen per 1.000 m³ gevangen dan tijdens het kieren.



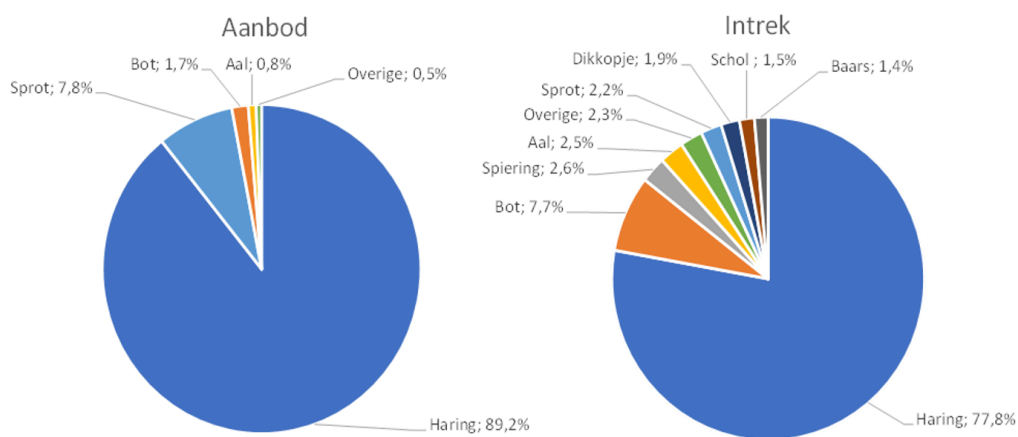
Bij dit resultaat kunnen enkele kanttekeningen geplaatst worden: de totaal berekende aantallen over de gehele spuiperiode komen voornamelijk tot stand door metingen aan het begin van de spuiperiode. De verwachting is dat de uitspoeling aan het begin het grootst is, doordat vissen nabij de deuren worden overvallen door de stroming. Daarbij wordt de uitspoeling in hoge mate vertegenwoordigd door de marine soorten haring en sprot, twee soorten die niet gebaat zijn bij een langer verblijf in het zoete water. De conclusie is echter duidelijk, namelijk dat ingetrokken getijdenmigranten voornamelijk aan het begin van de spuiperiode uitspoelen. Het is aanbevolen om hier rekening mee te houden bij het spuibeheer.

Aanbod buitenzijde versus binnenzijde

Het aanbod aan vis aan de binnenzijde bestond tijdens de bemonsteringen uit 24 soorten, terwijl aan de buitenzijde 26 vissoorten zijn waargenomen. Aan de binnenzijde wordt de vangst gekenmerkt door hogere aantallen van zoetwatersoorten en de diadrome soort, bot. Aan de buitenzijde wordt het aanbod gekenmerkt door hoge aantallen haring en sprot, waarbij de laatstgenoemde niet is aangetroffen binnen het aanbod aan de binnenzijde. De aantallen per 1.000 m³ zijn aan de buitenzijde over het algemeen hoger ten opzichte van de binnenzijde, wat hoofdzakelijk komt door de hoge aantallen haring.

Aanbod buitenzijde versus intrek

De resultaten indiceren dat intrek tijdens het kieren varieert tussen de 1% en 25% in verhouding tot het aanbod aan de buitenzijde van de Haringvlietdam. De soortensamenstelling van de meest aanwezige soorten (haring, sprot, aal, bot, dikkopje, kleine zeenaald, snoekbaars en zwartbekgrondel) is vergelijkbaar tussen het aanbod en de intrek (Figuur 7.6).



Figuur 7.6 Samenstelling van de vangsten van het aanbod en de intrek (Vriese, 2024).

Aanbod binnenzijde versus uitspoeling

De resultaten indiceren dat uitspoeling tijdens het spuien varieert tussen 4% en 32% in verhouding tot het aanbod aan de binnenzijde van de Haringvlietdam. De soortensamenstelling van het aanbod en de uitspoeling verschillen met elkaar. De meest abundante soorten in het aanbod zijn zwartbekgrondel, baars, bot en blankvoorn, terwijl tijdens het spuien met name haring en sprot zijn gevangen. Dit indiceert dat de marine



soorten zich weer naar buiten laten spuien en dat de zoete soorten goed in staat zijn om zich aan de binnenzijde te handhaven.

Aanbevelingen kierbeheer

Voor een goede intrek en doortrek van vis is van belang dat de ingetrokken getijdenmigranten niet direct uitspoelen. De resultaten laten echter zien dat de ingetrokken getijdenmigranten vrijwel evenredig uitspoelen tijdens de eerstvolgende spuiperiode. Om dit te voorkomen kan de eerstvolgende spuigang worden overgeslagen, zoals dit ook wordt gedaan bij de Afsluitdijk (Vriese *et al.*, 2015). Indien deze temporele oplossing niet haalbaar/wenselijk is, kan een ruimtelijke oplossing worden ingezet. Dit kan door na het kieren te spuien met een alternatieve, bij voorkeur zo ver mogelijk gelegen spuisluis. Als voorbeeld kan worden gekierd met spuikoker 17 aan de zuidzijde en gespuid met spuikoker 1 aan de noordzijde. Op deze manier kunnen de ingetrokken getijdenmigranten verder het Haringvliet op zwemmen en zijn ze minder gevoelig voor uitspoeling.

7.3 Vismigratie via de Haringvlietdam analyse van NEDAP trail data

Om gevolgen van het Kierbesluit op de migratie van diadrome vissoorten te meten, doet ATKB al sinds lange tijd onderzoek naar de visintrek bij de Haringvlietdam met het NEDAP Trail System®.

Op basis van de analyse van NEDAP Trail data uit 2009 – 2020 is onderzocht of er een relatie is tussen het moment dat vissen de dam passeren en de hefhoogte van de zeedeur (Vriese, 2022). Hieruit zijn de volgende conclusies getrokken:

- De verdeling van de intrekmomenten over het jaar is niet gelijkmatig. De meeste vissen zijn ingetrokken in maart (17 exemplaren) en in juni (21 exemplaren). In belangrijke mate wordt dit veroorzaakt door de 'timing' van de vangstinspanning, eind van de winter, begin voorjaar en in mei en juni. In de maanden mei en juni wordt veelal het meest gevist, gevangen en gezenderd over de jaren heen. De meeste vissen trekken een of twee maanden na het zenderen in;
- Intrek van de salmoniden (en van de relatief geringe aantallen overige soorten) vindt voornamelijk plaats tijdens de periode met daglicht. Zalmen die via de Kier binnen komen doen dit vooral overdag, waarschijnlijk omdat ze zich dan beter kunnen oriënteren in ingewikkelde stromingscondities. In totaal zijn 58 van de 70 vissen ingetrokken tussen 7:00 uur in de ochtend en 19:00 uur in de avond, een percentage van 83%;
- Veruit het merendeel van de vissen trok aan het eind van de spuiperiode in (n=48). In totaal trokken 13 vissen aan het begin van de spuiperiode en 8 vissen in het midden van de spuiperiode in;
- De meeste intrek vindt plaats bij kleinere hefhoogtes. Meer dan 15% van de intrek (hoogste waarde bij een enkele hefhoogte) valt samen met de meest voorkomende hefhoogte van 43 cm (dit komt meer dan 10% van de tijd voor);
- De daaropvolgende meest frequent voorkomende hefhoogtes (57, 58 en 60 cm) laten ook nog een hoge frequentie van intrek zien (tezamen een kleine 20% van de intrek). Volgens LPH'84 zijn dit ook veel voorkomende hefhoogtes bij middelhoge afvoeren tot een Qbr van 3.000 m³/s;
- Over de dataset met een hefhoogte tot 200 cm is een correlatie berekend tussen de frequentieverdeling van de hefhoogtes bij intrek en de frequentieverdeling van alle



hefhoogtes. Deze kwam uit op een R^2 van 0,6; dit betekent een middelmatig tot redelijk sterke correlatie.

- Op grond van het onderzoek wordt geconcludeerd dat er geen reden is om aan te nemen dat kleinere hefhoogtes een belemmerende uitwerking hebben op de intrek van salmoniden en andere sterke zwemmers.
- Omdat kleine hefhoogtes van de deuren in de Haringvlietsluizen niet evident beperkend werken op de intrek is het aan te bevelen zoveel mogelijk deuren te openen met een minimale hefhoogte (43 cm volgens LPH'84), in plaats van minder deuren te openen met een grotere hefhoogte.

Sinds 2004 worden paairijpe palingen gevangen in Duitsland, uitgerust met een NEDAP-zendertje en gevolgd tijdens hun stroomafwaartse migratie naar zee. In 2006 is dit onderzoek uitgebreid naar smolts (jonge zalm) en in 2017 met volwassen salmoniden.

Paling

Van de gemerkte paairijpe palingen bereikte ca. 4% de zee (Van de Ven, 2021a). In de data valt vooral de hoge mortaliteit in het benedenrivierengebied op (82,9% in 2018 en 87,0% in 2019). De oorzaak hiervan is niet duidelijk; mogelijke oorzaken zijn de visserij en predatie door Aalscholvers, maar er kunnen evengoed andere factoren meespelen.

De palingen bereikten de zee vooral via het Haringvliet (75%), de rest via de Nieuwe Waterweg (25%). In eerder onderzoek was het percentage dat de zee via het Haringvliet bereikte lager; waarschijnlijk hangt dit samen met de hoge rivierafvoeren tijdens het migratieseizoen in 2018 en 2019. In tegenstelling tot smolts lijkt kieren wel de kans te vergroten dat palingen de zee kunnen bereiken.

Smolts

Een analyse van de data over 2018-2020 leverde de volgende conclusies op (Van de Ven, 2021b):

- Van de jonge smolts die in Duitsland werden uitgezet migreerden 94% vanaf de uitzetlocatie via de route: Rijn (Xanten) → Waal (Brakel) → Benedenrivierengebied → Haringvliet → Noordzee (Van de Ven, 2021b). Van de overige smolts volgden 3% de Nederrijn-Lek en 3% de IJssel (3%). Slechts 4,3% van de uitgezette dieren overleefde deze reis.
- De overleving was aanzienlijk beter in het jaar dat de dieren ruim voor het moment dat de ideale watertemperatuur werd bereikt (9°C) werden uitgezet.
- De smolts wisten de zee alleen via de Haringvlietdam te bereiken. Deze smolts hingen gemiddeld 5,2 dagen op het Haringvliet rond; dit aantal dagen was rechtsreeks gecorreleerd met het aantal geopende sluisdeuren. Voor de smolts is het mogelijk beter om meer sluisdeuren kort open te zetten dan één of enkele deuren wat langer.
- Tot en met 2023 zijn er geen aanwijzingen gevonden dat kieren de kans vergroot dat smolts de zee kunnen bereiken.

Tijdens de kennisbijeenkomst vis werden aanvullende bevindingen genoemd:

- Temperatuur is een belangrijkere trigger voor de stroomafwaartse migratie dan afvoer, zoals bij aal. Circa 10 graden lijkt de trigger te zijn om te trekken of dieper water op te zoeken.
- Tot en met 2023 was er geen bewijs dat smolts gebruik maken van de kier, in 2024 wordt dat overigens wel geconstateerd. De Haringvlietdam is wel een obstakel voor de uittrek van smolts.



Salmoniden

In de periode 2017-2020 zijn in de Noordzee nabij het Haringvliet volwassen salmoniden gevangen, gezenderd en gevolgd om vast te stellen op welke wijze deze vissen de rivieren op migreren en of zij hierbij gebruik maken van de vismigratievoorzieningen in het Haringvliet. Het totaal aantal gezenderde salmoniden betreft 226 individuen waarvan: Atlantische zalm (N=17), zeeforel (N=72), houting (N=137). Ook zijn in dit onderzoek 10 harders van een zender voorzien (Hop & van de Ven, 2021).

In totaal is bij 15,7% van de gezenderde vissen stroomopwaartse migratie waargenomen. Circa 40% komt binnen via het Haringvliet en hiervan weet 27% daadwerkelijk bovenstrooms te komen (10,8% van het totaal). Van de 17 gezenderde zalmen is slechts 1 individu gedetecteerd in de rivierdelta, deze migreerde via de Europoort en niet via het Haringvliet. Uit eerder onderzoek komt naar voren dat Atlantische zalm wel degelijk gebruik maakt van de Haringvlietssluisen voor stroomopwaartse migratie. Ook geven eerdere onderzoeken aan dat een hoger percentage zalmen gebruik maakt van de Haringvlietssluisen ten opzichte van de Europoort voor stroomopwaartse migratie. Zalmen komen zowel via de kier als via de vissluizen binnen.

Voor zeeforel betreft het 15 individuen die gedetecteerd zijn in de rivierdelta. Hiervan migreerde 60% via de Europoort en 40% via het Haringvliet. Van de zeeforellen die via het Haringvliet migreerden, maakte ten minste 33% gebruik van de openingen in de Haringvlietssluisen of vispassages en ten minste 17% van de scheepvaartsluis. Voor de overige 50% is niet vastgesteld via welke weg ze migreerden (Hop & Van de Ven, 2021). In eerder onderzoek is vastgesteld dat het grootste deel van de zeeforellen via de sluisopeningen migreert en een kleiner deel via de scheepvaartsluis.

Voor houting betreft het 11 individuen die gedetecteerd zijn in de rivierdelta, deze migreerden alleen via het Haringvliet om het rivierengebied binnen te trekken. Tijdens de kennisbijeenkomst vis werd aanvullend benoemd dat houting steeds meer gezien wordt en lijkt te paaïen bij de langsdammen in de Waal en in Spui. Houting maakt alleen gebruik van de spuissluizen in de Haringvlietdam en niet van de scheepvaartsluis (evenals zeeprík). Dat er aan de buitenzijde van de Haringvlietdam veel predatie van houting plaats vindt.

Van harder zijn 4 individuen gedetecteerd in de rivierdelta, waarvan er 3 migreerden via het Haringvliet en 1 via de Nieuwe Waterweg.

Het feit dat zowel zalm als zeeforel die in nabijheid van het Haringvliet zijn gevangen, alsnog verder langs de kust migreren voordat ze de rivieren optrekken, kan worden gezien als een indicatie dat het Haringvliet nog altijd een migratiebarrière vormt voor deze soorten. Het grootste deel van de vissen die via de sluisen migreerden, kwamen binnen vlak voor het sluiten van de deuren. Het zoete water dat voorafgaand tijdens het spuien naar buiten is gestroomd kan hierbij stimulerend werken voor stroomopwaartse migratie. Tijdens het sluiten van de deuren nemen de hoeveelheid rivierwater die naar buiten stroomt en de stroomsnelheid af (< 4 m/s); dit stelt de vissen in staat de sluisen te passeren (Winter et al., 2014). Als gecorrigeerd wordt voor de tijdperiode van 'kieren' blijkt dat een relatief groter aantal vissen binnenkomt tijdens het 'kieren' dan tijdens het spuien. Ca. 20% van de vissen migreerden tijdens het 'kieren'. Voor sterke zwemmers kan dit betekenen dat het vergroten van de 'kierperiode' de migratiemogelijkheden vergroot.



Als een vervolg op bovenstaand onderzoek is in 2021 aan de buitenzijde van de Haringvlietdam wederom met zalmsteken gevestigd op diadrome vissoorten (Kroes, 2023). Vanwege de lage aantallen salmoniden die gezenderd konden worden en de hoge aantallen zoetwatervissen die in de vangtuigen werden aangetroffen zijn ook verschillende soorten zoetwatervissen voorzien van een NEDAP-zender. Het onderzoeken van de terugkeermogelijkheden van naar de zee uitgespoelde zoetwatervissen is immers een onderdeel van het onderzoeksprogramma van de implementatie van het Kierbesluit.

Van 83 van de 226 gemerkte vissen (detectiepercentage = 37%) zijn een of meer waarnemingen op de NEDAP-metstations vastgelegd. Het overgrote deel van de waarnemingen is vastgelegd door meetstation Haringvlietdam (n=4.268 detecties). De overige waarnemingen (n=662 detecties) zijn gedaan op 13 andere meetstations. Het overgrote deel van de detecties is afkomstig van gemerkte snoekbaars (n=3.695). Dit grote aantal detecties wordt waarschijnlijk veroorzaakt door snoekbaarsen die langdurig aan de zoete zijde tegen de Haringvlietdam verblijven. Mogelijk zwemt snoekbaars ook regelmatig heen en weer tussen Haringvliet en de Voordelta.

Van de 83 individuele vissen die zijn gedetecteerd in de studieperiode, zijn er 79 waargenomen bij vier intreklocaties. 63 vissen trokken binnen door de Haringvlietdam, 4 via de scheepvaartsluis van Stellendam, 10 via de Nieuwe Waterweg en 2 via het Hartelkanaal Europoort. Van 4 vissen is onbekend waar en wanneer ze zijn binnengekomen: dunlipharder (n=2), zeepril (n=1), zeeforel (n=1). Ze zijn wel gedetecteerd door een meetstation landinwaarts, maar niet bij een intreklocatie aan zee.

Migratieroutes van diadrome vissen (zalm, zeeforel en zeepril) konden vanwege lage aantallen waarnemingen slechts beperkt in kaart gebracht worden. Slechts 2 zalmen, 6 zeeprillen en 3 zeeforellen zijn waargenomen op intreklocaties. Uiteindelijk zijn 1 zalm, 4 zeeprillen en 1 zeeforel ook op meetstations landinwaarts waargenomen. De zalm en de zeeforel zijn respectievelijk naar de Waal tot Brakel en de Lek tot Nieuwegein gezwommen en daarna niet meer waargenomen. Zeeprillen kozen voor de Maas (tot Lith) en de Waal, waarbij 1 zeepril tot Xanten is gezwommen.

Hoewel niet gepland was om zoetwatervissen te voorzien van een zender, leverde de intrek van deze vissen wel waardevolle data op om effecten van spuien en inlaten te bepalen. Uit het onderzoek bleek dat het Kierbesluit een zeer positief effect had op de terugkeer van uitgespoelde zoetwater vissen. Ook leken de omstandigheden aan de buitenzijde van de Haringvlietdam beter geschikt voor overleving van uitgespoelde vissen dan verwacht. Bij de Haringvlietdam trok 65% van alle waargenomen vissen in tijdens periodes van inlaten, terwijl uit de bedieningsgegevens van de Haringvlietdam bleek dat gemiddeld ongeveer 6 keer langer gespuid wordt. Opvallend was de lange verblijftijd van veel zoetwatervissen aan de zeezijde van de Haringvlietdam, tot wel 90 dagen. Analyse van het chloridegehalte liet zien dat het zoutgehalte direct aan de buitenzijde van de Haringvlietdamsluizen laag genoeg was op te overleven tijdens de periode waarin vissen gezenderd en gevolgd werden.

Vissen bleken in te trekken gedurende de gehele inlaatperiode en hadden daarbij geen duidelijke voorkeur voor een bepaald intrekmoment binnen de inlaatperiode. Bij intrek tijdens het spuien leek dit wel het geval: het merendeel van de vissen trok in aan het begin of aan het einde van de spuiperiode. Dit zijn momenten waarbij de stroomsnelheid door de



Haringvlietspuisluizen gewoonlijk het laagst is. Enkele relatief zwakke zwemmers, zoals brasem en in mindere mate snoekbaars, zijn echter wel ingetrokken tijdens spuiperioden met een hoge stroomsnelheid. Het aantal open sluisdeuren en de variatie in doorstroomopening van de geopende sluisdeuren bleken geen significant effect te hebben op intrekende vissen.

Het NEDAP-meetnet gaf goed inzicht in migratiegedrag van vissen bij intreklocatie Haringvlietdam. Omdat meetstations relatief ver landinwaarts stonden, konden migratiebewegingen na intrek slechts beperkt gedetecteerd worden door storingen aan het NEDAP-meetnet. Er worden aanbevelingen gedaan voor verbeteringen hieraan. Voor de monitoring van effecten van het Kierbesluit heeft het prioriteit om in ieder geval de detectiestations bij de intreklocaties (Haringvliet Stellendam spuisluizen, Haringvliet Stellendam scheepvaartsluis, Hartelkanaal Europoort en Nieuwe Waterweg Europoort) optimaal te laten functioneren.

In aanvulling op Kroes (2023), is telemetrisch onderzoek met behulp van het NEDAP-Trail System naar de migratie van aal uitgevoerd (Peters, 2023). Een van de doelen binnen dit onderzoek betreft de migratie van aal in relatie tot het kieren van de Haringvlietluizen. In totaal zijn binnen deze studie 153 vrouwelijke schieralen gezenderd in de herfst van 2022. Deze alen zijn losgelaten in de Rijn bij Bad Honnef in Duitsland. Van deze alen zijn er 46 gedetecteerd met behulp van de verschillende NEDAP-ontvangers (N=26), verspreid over de Nederlandse rivieren. Uiteindelijk zijn 9 schieralen gedetecteerd bij het ontvangstation Haringvliet Stellendam Spuisluizen (Tabel 7-5).

Tabel 7-5 Aantal unieke tag-ID's van schieraal waargenomen bij de verschillende NEDAP-stations in 2022 (Peters, 2023).

Code	NEDAP-station	Aantal ID's
1_RW_P_05	Rijn Xanten	26
2_RW_P_08	Waal Brakel	30
3_NL_P_09	Nederrijn Arnhem	4
3_NL_P_12	Nederrijn Amerongen	3
3_YS_P_15	IJssel Kampen	1
4_BR_P_20	Spui Zuidland	1
5_HV_E_23	Haringvliet Stellendam Spuisluizen	9
Totaal aantal gezenderde alen		153
Totaal aantal gedetecteerd		46
Totaal aantal uitgezwommen		9

De 9 gezenderde alen die bij de Haringvlietluizen aan zijn gekomen, wisten allemaal succesvol door te trekken naar de Noordzee. Hiervan zijn er 7 (78%) tijdens het spuien uitgespoeld en wisten er 2 (22%) door de kier te trekken tijdens hoogwater. Dit resultaat impliceert dat het kieren ook een positief effect heeft op succesvolle migratie van schieraal vanuit het Haringvliet richting de Noordzee.

7.4 Samen voor de aal

De deltawateren in Zuid-Holland vormen een belangrijke verbinding tussen de Noordzee en de Nederlandse rivieren voor vis. Deze verbinding is onder andere belangrijk voor (glas)aal en driedoornige stekelbaars. De overgang bestaat vrijwel uitsluitend uit stuwen,



gemalen en sluizen, die een barrière vormen voor vismigratie. Met behulp van een kruisnetmonitoringsprogramma wordt sinds 2015 het aanbod van vis bij deze barrières gemonitord. Hiermee wordt inzicht gegeven in:

- Het aanbod in tijd en ruimte van trekvis als (glas)aal, driedoornige stekelbaars waaronder:
 - De signalering van prioritaire migratiebarrières t.b.v. aanleg passages en/of aangepast beheer van kunstwerken
 - Timing van migratie, t.b.v. afstelling en optimalisatie van huidige kunstwerken en huidige/toekomstige passages
- Meerjarige trends en effectmonitoring met betrekking tot de regionale en landelijke intrek van glasaal. Dit geeft ook inzicht in regionale afwijkingen en effecten van grootschalige maatregelen als 'De Kier' in het Haringvliet, toekomstig doorlaatmiddel Brouwersdam en een nieuwe sluis in het Noordzeekanaal.

Van 2015-2022 zijn in de periode van 14 februari t/m 14 juni in Zuid-Holland 14 locaties bemonsterd op de aanwezigheid van glasaal en driedoornige stekelbaars (Peters *et al.*, 2022). Onder de onderzoekslocaties vallen twee monsterpunten in de Voordelta, Spuisluis Zuiderdiep en Gemaal Gorzeman. Hierbij is getracht 2 avonden per week 5 trekken te doen met een kruisnet. In totaal komt dit neer op een monitoringsinspanning van circa 35 avonden per locatie. Deze bemonstering wordt begeleid en gecoördineerd door RAVON en uitgevoerd door vrijwilligersteams. Alle vangsten zijn door de vrijwilligers ingevoerd in het online invoerportaal. Deze zijn vervolgens gevalideerd, waar nodig aan de hand van beeldmateriaal.

(glas)Aal

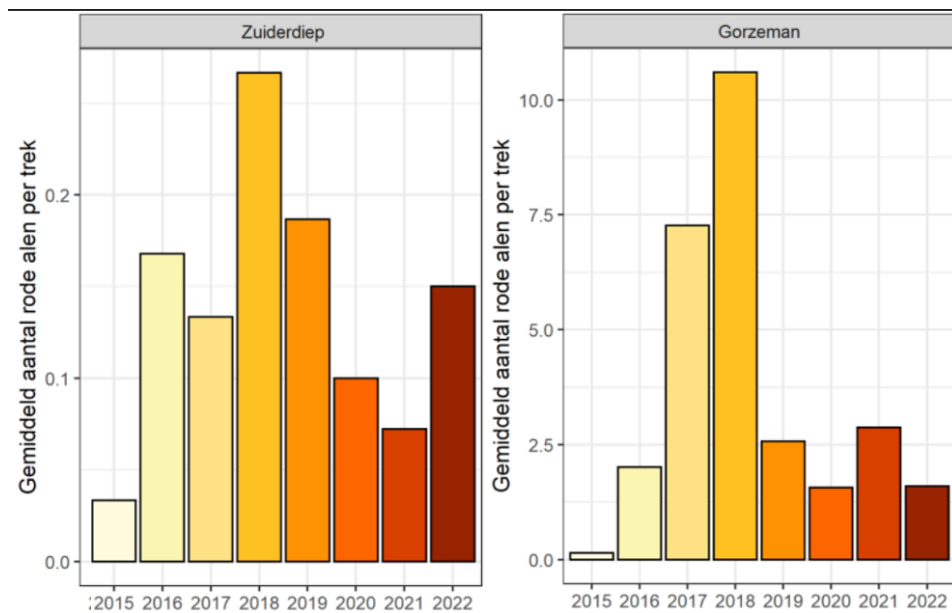
Sinds de implementatie van het Kierbesluit in 2018 is tot op heden (2022) nog geen toename te zien van zowel oudere aal (pootaal, rode aal) als glasaal bij Gemaal Gorzeman (Figuur 7.7 en Figuur 7.8). Dit komt mogelijk, doordat voornamelijk gekierd wordt aan de het zuidelijke deel van de Haringvlietdam, de tegenovergestelde kant van de gemonitorde locaties Gorzeman en het verder oostelijk en eveneens noordelijk gelegen gemaal Nieuwendijk. Bij Gemaal Gorzeman worden wel de hoogste dichtheden van oudere aal waargenomen van de (14) bemonsterde locaties. Rode aal wordt voornamelijk later in het seizoen gevangen (mei-juni) ten opzichte van glasaal.

Spuisluis Zuiderdiep ten zuiden van de Haringvlietdam valt onder de locaties met de hoogste dichtheden glasaal. Ook deze locatie laat geen toenemende trend zien als gevolg van het kieren. Mogelijk wordt een toename pas op langere termijn zichtbaar. Het aantreffen van de hogere dichtheden glasaal nabij de kier vormt een indicatie dat ook bij het Haringvliet mogelijk hoge dichtheden glasaal aanwezig zijn die van de kier gebruik (kunnen) maken.

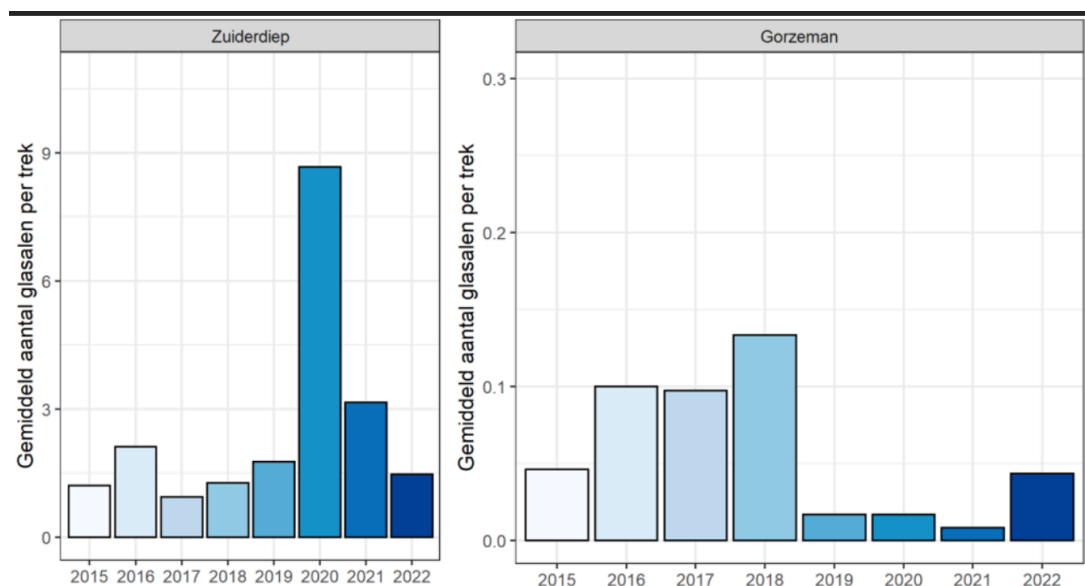
Gemiddeld zijn de hoogste dichtheden glasalen gevangen tussen half april en half mei. Bij het Zuiderdiep is geen sterke piekperiode te zien, maar zijn de hoogste aantallen gevangen week 14 (maart-april). In 2020 en 2021 lag de piek hier in week 16 (april). Bij Gorzeman zijn de aantallen lager ten opzichte van het Zuiderdiep en zijn de hoogste aantallen gevangen in week 21 (mei), wat vergelijkbaar is met de jaren 2017 en 2018.



Er is een mismatch tussen de perioden waarin grootschalig gekierd kan worden (vroeg voorjaar) en de migratieperiode van glasaal (later) (zie ook Figuur 1.2).



Figuur 7.7 Gemiddeld aantal rode alen per trek (jaargemiddelde o.b.v. gewogen maandgemiddelden mei t/m week 24 (juni)) per jaar op de locaties Zuiderdiep en Gorzeman (Peters et al., 2022).



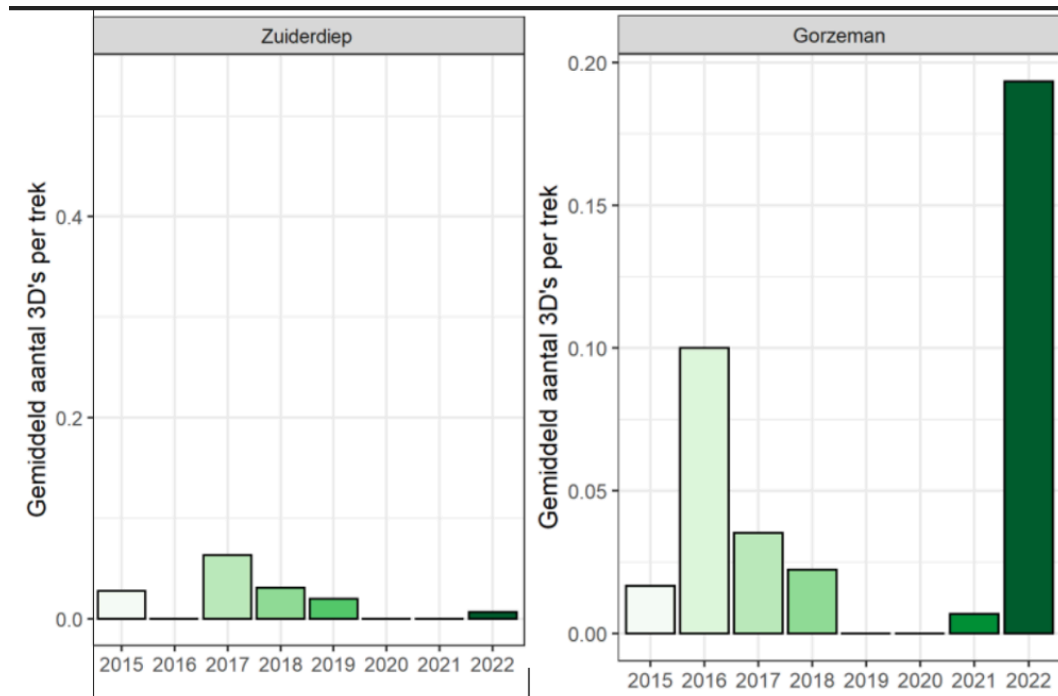
Figuur 7.8 Gemiddeld aantal glasalen per trek (jaargemiddelde o.b.v. gewogen maandgemiddelden maart t/m mei) per jaar op de locaties Zuiderdiep en Gorzeman (Peters et al., 2022).

Driedoornige stekelbaars

De aantallen driedoornige stekelbaars zijn bij het Zuiderdiep aanzienlijk lager ten opzichte van de aantallen glasaal. Er is ook voor deze soort geen duidelijke toename te zien sinds de implementatie van het kierbesluit (Figuur 7.9). Op locatie Gorzeman zijn in 2022 meer



driedoornige stekelbaarzen waargenomen ten opzichte van eerdere jaren. De aantallen zijn desondanks laag te noemen. Aangezien driedoornige stekelbaars in tegenstelling tot glasaal een scholenvis is. Dit leidt ertoe dat van driedoornige stekelbaars of in hele hoge aantallen wordt gevangen of juist niet/nauwelijks.

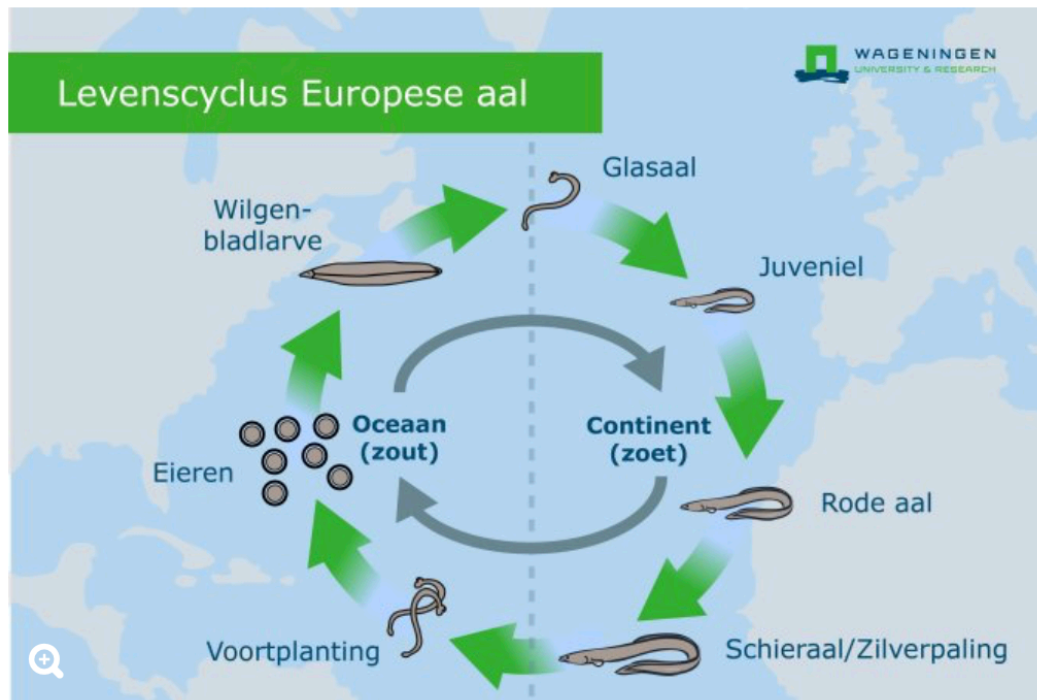


Figuur 7.9 Gemiddeld aantal driedoornige stekelbaarzen per trek (jaargemiddelde o.b.v. maandgemiddelden maart t/m mei) per jaar op de locaties Zuiderdiep en Gorzeman (Peters et al., 2022).

Uit de analyse van de vangstdata blijkt dat de driedoornige stekelbaars een veel grilliger beeld zien in de migratieperiode dan de glasaal. Bij de meeste locaties liggen de vangstpieken wel overwegend aan het begin van het seizoen (tot ongeveer eind maart). Het grillige beeld van het verloop van de migratie wordt mede veroorzaakt doordat het bij driedoornige stekelbaars om meerdere migratievormen gaat; zowel intrekkende als uittrekkende exemplaren worden gevangen.

7.5 Glasaal monitoring

Pasgeboren glasaaltjes keren vanuit de Sargassozee terug naar Europa (Figuur 7.10). Gegevens over de aantallen glasaaltjes die Nederland binnen trekken zijn van groot belang om de aalpopulatie te volgen. Wageningen Marine Research monitort dit al sinds 1938 bij de spuisluizen van Den Oever en inmiddels op vele locaties in Nederland (<https://www.wur.nl/nl/onderzoek-resultaten/onderzoeksinstituten/marine-research/onderzoeksthema/ecologie-van-zoetwatervis/monitoring-en-advies-voor-aalstandbeheer/monitoring-glasaal.htm>).



Figuur 7.10 Levenscyclus van de Europese aal (bron: WUR).

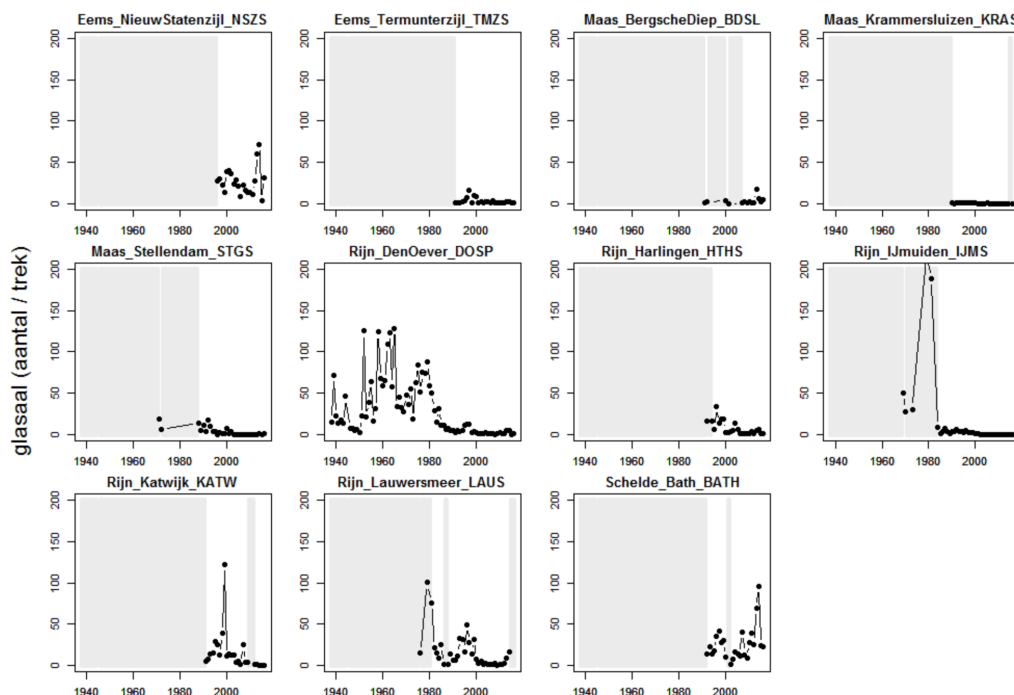
Op de onderstaande kaart (Figuur 7.11) staan de locaties aangegeven waar jonge glasaal wordt gemonitord. De monitoring bij Den Oever is een van de langste tijdreeksen voor deze vissoort in Europa. Daarnaast zijn er verdeeld over Nederland nog 11 andere intrekpunten langs de kust waar op dit moment glasaal wordt bemonsterd.

Van oudsher wordt de glasaalbemonstering uitgevoerd met een kruisnet in de maanden maart t/m mei. Dit is gemiddeld gezien de intrekperiode van glasaal in Nederland. Per locatie worden enkele tientallen trekken gedaan: drie op een avond in het donker. Alleen bij Den Oever worden er om het uur meerdere trekken gedaan per avond, wat enkele honderden trekken oplevert. De monitoring wordt uitgevoerd door vrijwilligers en beroepsvissers. Het onderzoek wordt gecoördineerd door Wageningen Marine Research. Naast de glasaalmonitoring wordt ook onderzoek gedaan naar de verspreidingsdynamiek en naar migratiesuccessen van glasalen. Door gebruik te maken van meerdere technieken gedurende dezelfde periode op dezelfde locatie, levert dit een completer beeld op van het gedrag van glasaal.



Figuur 7.11 Locaties in Nederland waar glasaal gemonitord wordt (bron: WUR).

De indexmonitoring (aantal glasaal/trek) geeft de jaarlijkse variatie aan in de dichtheid van glasaal voor een barrière zoals een sluis of gemaal. Voor een goede vergelijking is het essentieel dat de methodiek en de omstandigheden gelijk blijven. Hoewel wordt gemonitord van maart t/m mei, wordt de index bepaald over april en mei. Het ene jaar zijn de glasalen namelijk vroeg, het andere jaar zijn ze laat. De praktijk leert dat voor het ene jaar dit een hogere waarde van index geeft terwijl het andere jaar dit een lagere index oplevert (Figuur 7.12).



Figuur 7.12 Aantal glasaal/trek van de Nederlandse locaties (bron: WUR).



In 2022 en 2023 is een regionaal glasaal onderzoek uitgevoerd met kleur gemerkte dieren (Griffioen *et al.*, 2024). Het doel van dit onderzoek was:

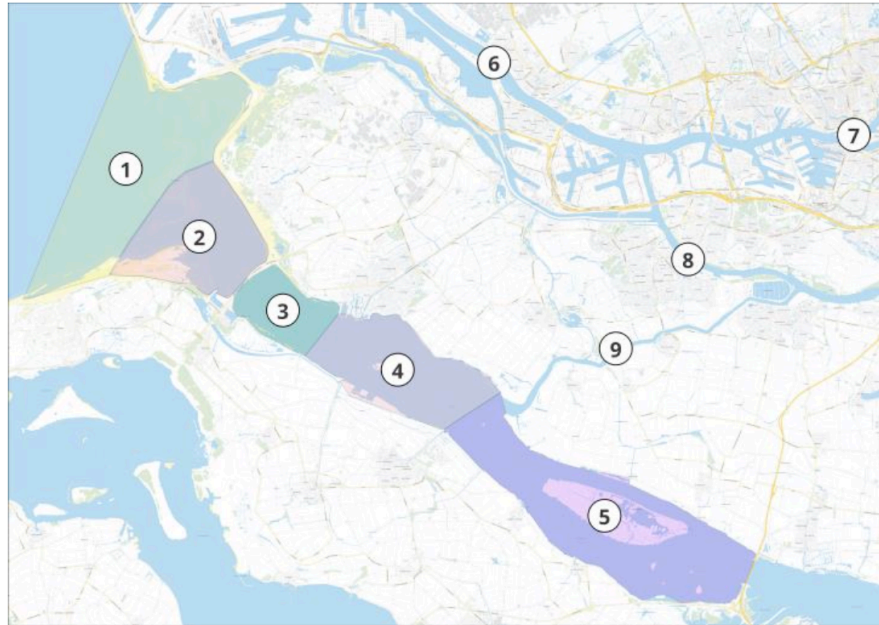
- Het bepalen van een totale glasaal aanbodschatting aan de zeezijde van het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg.
- Het bepalen van lokale glasaal aanbodschattingen landinwaarts. Waar relevant zijn ook elvers (jonge rode aal) meegenomen in de bepaling.
- Het bepalen van een passage efficiëntie bij diverse aangewezen locaties met een vispassage. Onderdeel daarbij is ook het vaststellen van een verblijftijd (vertraging) in de migratie. Dit geeft inzicht in de impact en verbinding op een regionaal niveau (Rijn-West regio).
- Om specifieke adviezen te geven over kansen ter verbetering van de migratie van glasaal.

De resultaten van dit onderzoek tonen aan dat op veel van de onderzochte locaties langdurige ophoping van glasaal en jonge rode aal plaatsvindt. Verder bleek dat de passage efficiëntie van verschillende vispassages laag is en dat verbetering daarvan nodig is, daarvoor worden adviezen gegeven die als volgt geprioriteerd zijn.

1. Het oplossen van technische problemen bij vispassages;
2. Het ontwerpen van een betere lokstroom, lage stroomsnelheid en langer open richting polders;
3. In het Haringvliet (binnenzijde) en in het oostelijke deel van de Nieuwe Waterweg en Hollandsche IJssel zou het ontwerp van de vispassages en periode waarin ze gebruikt worden afgestemd moeten zijn op migratie periode van rode aal (in warmere periodes tot september);
4. Langdurige ophoping en hoge dichtheden van glasaal en jonge rode aal pleit voor verbeteringen aan de vispassages bij de Zaaier en Verdoold, en een vispassage bij het Zuiderdiep. Dit om conditie verlies en risico op te voorkomen.

7.6 Een zegen in de Delta

Om meer inzicht te krijgen in de effecten van het Kierbesluit op de migratie van jonge vissen vanuit de Voordelta naar het Haringvliet, is RAVON in samenwerking met partners in 2018 begonnen met het project 'Een Zegen in de Delta'. Hierbij wordt in 14 deelgebieden in een zoet-zoutgradiënt met broedzegentrekken onderzoek gedaan naar de visstand (Figuur 7.13). In 2018 is de nulsituatie vastgelegd, in 2019 is gefocust op de verschillen in dichtheden tussen de nulsituatie en de nieuwe situatie. In 2020 is een eerste analyse van de ontwikkeling van de biomassa en diversiteit aan vissoorten uitgevoerd (Kooiman *et al.*, 2022). In de rapportage van 2022 (jaren 2018-2022) ligt de focus op eerste analyse van de relatie tussen de eigenschappen van de juveniele visgemeenschap en eigenschappen van het habitat, zowel in het algemeen als voor specifieke soorten en gilden (Kooiman *et al.*, 2023).



Figuur 7.13 Overzichtskaart van de ligging van de gebieden in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta. De nummers corresponderen met die in de onderstaande figuur (Kooiman et al., 2023).

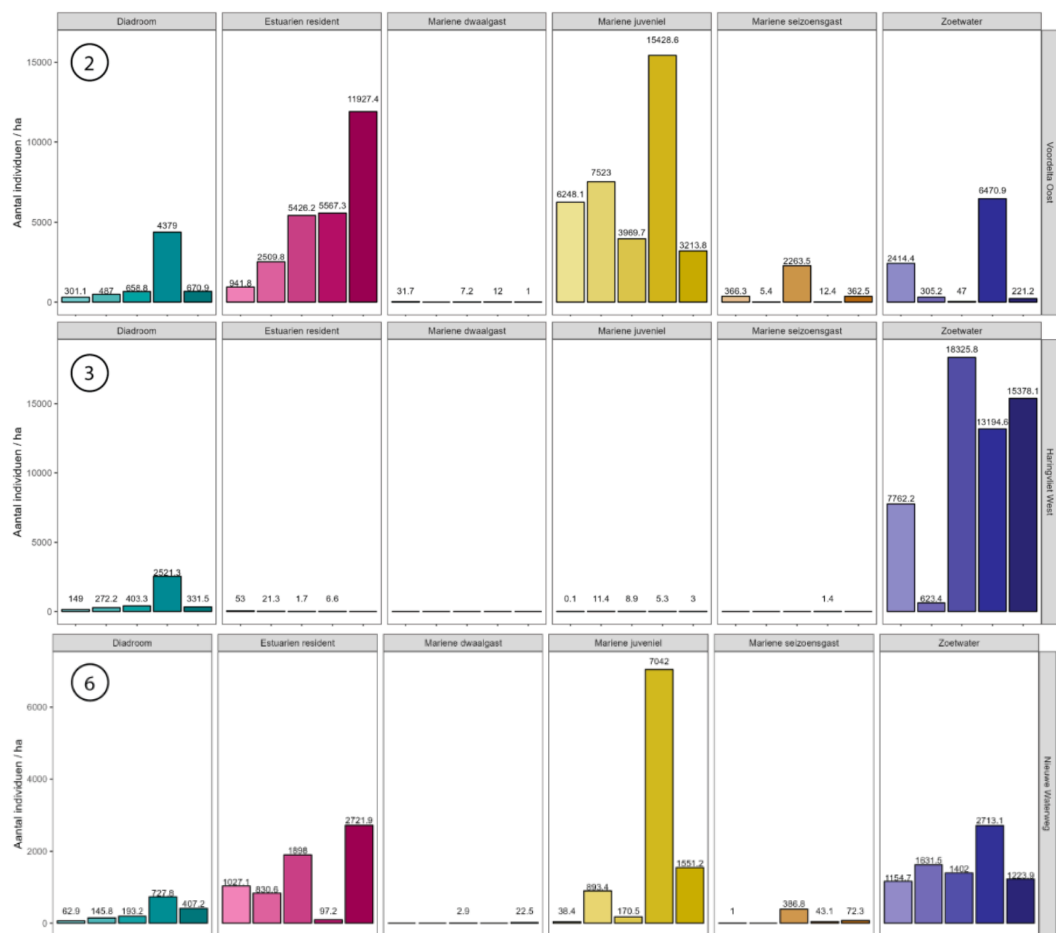
Dichtheid ecologische gildes

De visstand in de Voordelta (oost en west) op basis van de zegentrekken laat zien dat vooral het aantal estuarien residente vissen toeneemt. Voor diadrome soorten fluctueert het aantal, maar is dit in 2020-2022 hoger ten opzichte van 2018 en 2019. Van de overige gildes fluctueren de aantallen sterk tussen de jaren. Ook in het Haringvliet (west, centraal en oost) fluctueren de aantallen binnen de verschillende gildes. Soorten binnen de estuariene en mariene gildes worden echter niet/nauwelijks aangetroffen in het Haringvliet. Van diadrome soorten zijn de aantallen wel gestegen ten opzichte van 2018, al verschillen de aantallen in de opvolgende jaren wel. Het aantal zoetwatervissen laat in 2022 een toename zien.

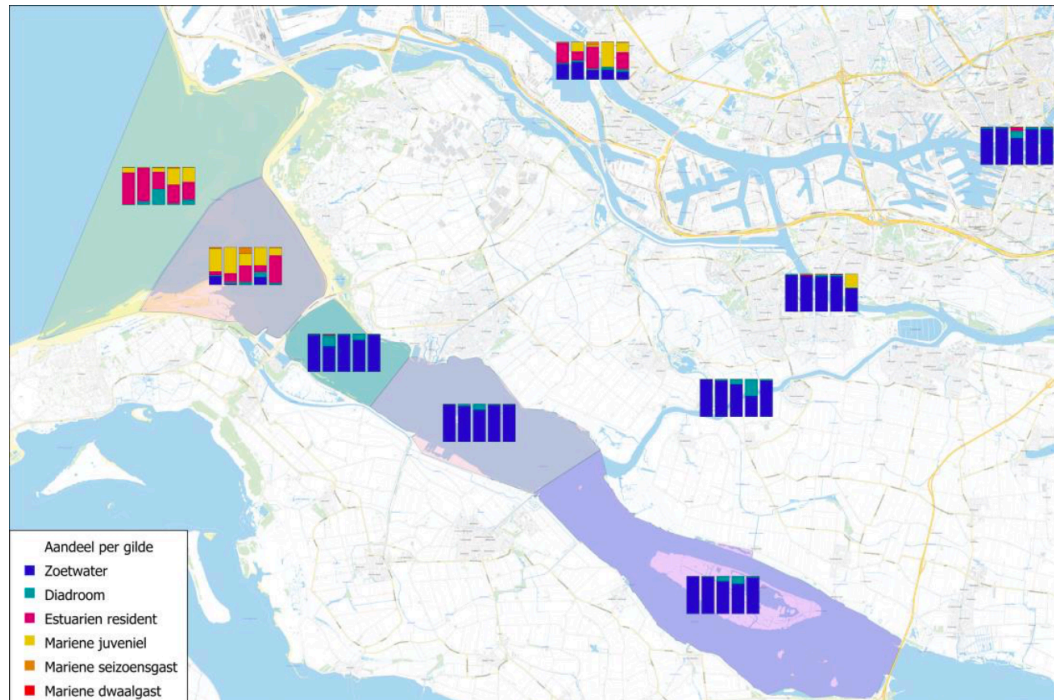
De meer natuurlijke zoet-zout-overgang in de Nieuwe Waterweg biedt perspectief voor een referentie voor het Haringvliet. Een vergelijking tussen het Haringvliet, Voordelta en de Nieuwe Waterweg geeft dan ook zicht op welke gildes mogelijk kunnen toenemen in het Haringvliet dankzij het kieren. De Voordelta kenmerkt zich door een hogere aanwezigheid van estuarien residente en marien juveniele vissen. Dit geldt eveneens voor de Nieuwe Waterweg, al zijn zoetwatervissen hier in hogere mate vertegenwoordigd. Diadrome en mariene seizoensgasten zijn in lagere aantallen aanwezig, maar vertonen een vergelijkbaar patroon in beide wateren. De visstand in het Haringvliet wijkt af van de Voordelta en Nieuwe Waterweg (Figuur 7.14 en Figuur 7.15). Dit komt voornamelijk door de hoge aanwezigheid van zoetwatervissen en het nagenoeg afwezig zijn van estuariene en mariene soorten in het Haringvliet. Voor diadrome soorten komt het patroon echter wel overeen. Het aantreffen van diadrome soorten en marien residente soorten geeft wel aan dat soorten de Haringvlietdam weten te passeren. Mariene dwaalgasten worden echter in geen van deze wateren in hoge aantallen gevangen.



Een mogelijke verklaring voor de verschillen kan worden gevonden in de zoet-zout overgang. In de Nieuwe Waterweg vindt deze op natuurlijke wijze plaats, terwijl het Haringvliet en de Voordelta afhangen van het spuien en kieren. Doordat er meer (zoet) water naar buiten wordt gespuid dan er (zout) water naar binnen wordt gelaten, bevindt de zoet-zout overgang zich voornamelijk in de Voordelta. Dit leidt ertoe dat mariene en estuariene soorten, zoals jonge spiering en harder zich meer thuis voelen in de Voordelta dan in het Haringvliet. Verschillen in rivierafvoer en daarmee de aanvoer van zoet water, kunnen leiden tot fluctuaties in saliniteit en het verschuiven van de zoet-zout-overgang. Voor het Haringvliet en de Voordelta is dit bepalend voor de hoeveelheid water die gespuid en gekierd kan worden, maar ook in de Nieuwe Waterweg is de rivierafvoer van belang voor de zoet-zout overgang. De jaarlijkse fluctuaties in aantallen binnen de verschillende gilden lijken dan ook voor een groot deel samen te hangen met de afvoer van de rivieren en de bijbehorende fluctuaties in de overgang tussen zoet en zout water. Een ander bepalend element is de timing van het visvriendelijk spui-beheer en de mate waarin dit overeenkomt met migratieperioden van specifieke soorten, zoals (jonge) bot.



Figuur 7.14 Dichtheden in aantal per hectare per gilde in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse delta in 2018-2022 in gebied 2: oostelijke Voordelta, gebied 3: westelijk Haringvliet en gebied 6: Nieuwe Waterweg. Voor deze weergave zijn alleen locaties gebruikt die in alle jaren zijn bevist (uit: Kooiman et al., 2023).



Figuur 7.15 Aandeel per gilde in het westelijke deel van de Zuid-Hollandse Delta in 2018-2022. Voor deze weergave zijn alleen locaties gebruikt die in alle jaren zijn bevist (Kooiman *et al.*, 2023).

Diversiteit

In de voorgaande rapportage (Kooiman *et al.*, 2022) is een estuarium-specifieke diversiteitsindex gebruikt om de functionele diversiteit van de verschillende deelgebieden binnen de Zuid-Hollandse Delta inzichtelijk te maken. Uit deze analyse bleek een duidelijke afname van de diversiteitsscore in natuurgebied Scheelhoek, gelegen in het westelijk deel van het Haringvliet, door de jaren heen. De achteruitgang van de diversiteit in Scheelhoek hangt waarschijnlijk samen met een beperkte connectiviteit met het Haringvliet. Deze beperkte connectiviteit zorgt waarschijnlijk voor een beperkte doorstroming van het gebied, met een hoge mate van sedimentatie tot gevolg. Daarnaast werd ook een afname gemeten in de hoeveelheid watervegetatie (exclusief algen). In ondiep water met een geringe doorstroming kan de watertemperatuur in korte tijd aanzienlijk oplopen. Dit kan leiden tot algenbloei en zuurstofarme omstandigheden die ongunstig zijn voor vissen. Tijdens het jaar 2020, en in mindere mate ook 2022, trad zware algenbloei op in Scheelhoek, die werd gemeten tijdens de habitatopnames. De diversiteitsscore bereikte in 2020 een dieptepunt en bleef in de daaropvolgende jaren min of meer onveranderd laag. Het vergroten van de connectiviteit met het Haringvliet en daarmee het bevorderen van de doorstroming van het gebied kan waarschijnlijk uitkomst bieden in deze kwestie. Te weinig connectiviteit is bij meerdere gebieden langs het Haringvliet een beperkende factor. Herinrichting kan verdere achteruitgang voorkomen en biodiversiteit van de ondiepe oevernatuur een impuls geven.

Habitatparameters

Om meer inzicht te krijgen in het habitatgebruik van vissoorten, groepen en gilden in de Zuid-Hollandse delta wordt sinds 2019 een groot aantal habitatparameters geregistreerd per zegentrek. De eerste analyses (Redundancy analyses) van de relatie tussen de visgemeenschap en het habitat heeft als doel om op basis van de opgedane inzichten de



vertaalslag te maken naar doelbewuste en effectieve inrichting van ondiepe oevernatuur voor vissen in de Zuid-Hollandse delta.

Uit de redundancy analyses (RDA's), komt naar voren dat zoutgehalte en temperatuur de meest voorspellende kracht hadden van alle habitatparameters. Aangezien zoutgehalte een van de belangrijkste scheidslijnen in het voorkomen van vissoorten en –gilden in de delta is, en temperatuur veel cruciale processen in de natuur drijft, was dit niet onverwacht. Andere soort- en gildespecifieke en minder algemene relaties kwamen ook aan het licht, zoals exoten, stroomsnelheid, functionele habitatdiversiteit in relatie tot de diversiteit van de visgemeenschap. Ook is een eerste stap gemaakt met het gebruik van een Generalised additive model (GAM-model), om niet lineaire verbanden tussen de visgemeenschap en habitateigenschappen in de Zuid-Hollandse delta te verkennen. In de volgende rapportage wordt deze detailanalyse verder geoptimaliseerd.

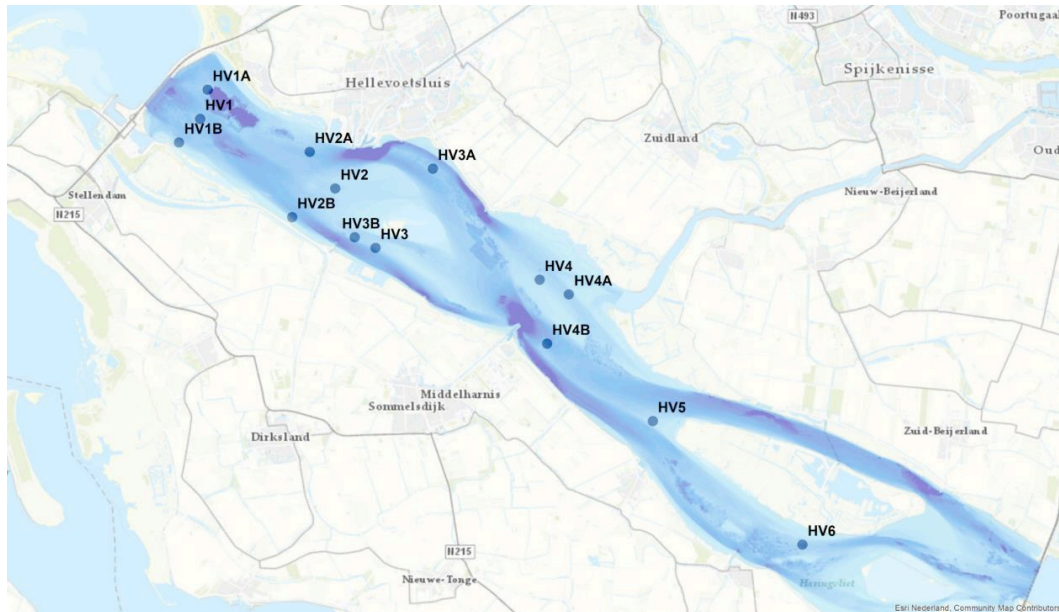
7.7 Mosselkartering

Mosselen vormen een belangrijke schakel in het ecosysteem van het benedenrivieren-gebied. Mosselen filteren de waterkolom en zijn daarmee rechtstreeks van invloed op de helderheid van het water en op de biomassa van fytoplankton. Daarnaast vormen mosselen voedsel voor benthos-etende duikeenden (o.a. tafeleend en kuifeend); hiervoor is de dichtheid van de mosselen, uitgedrukt in hoeveelheid aanwezig mosselvlees, van belang (Bij de Vaate *et al.*, 2010).

Naar verwachting zal verzilting van het Haringvliet als gevolg van de Kier een negatieve invloed hebben op het voorkomen van de zoetwatermosselen (Bij de Vaate *et al.*, 2010). In eerste instantie zal zich dat uiten in een afname van hun conditie, waardoor ook de schelplengte zal afnemen.

Zoetwatermosselen bevinden zich vooral in de ondiepere delen (<10 m) van het Haringvliet. Als deze zones door de verzilting worden beïnvloed, kan dit uiteindelijk tot het verdwijnen van de mosselen leiden. Dit zal waarschijnlijk een vermindering van het voedselaanbod voor benthos-etende duikeenden betekenen, tenzij hun plaats wordt ingenomen door de brakwatermossel (*Mytilopsis leucophaeata*), een soort die nauw verwant is aan de thans aanwezige zoetwatermosselen (Postma & Keijzers, 2021).

Tijdens de uitvoering van het 'Kierbesluit' is er onderzoek verricht naar de dichtheid van mosselen in het Haringvliet (Bij de Vaate *et al.*, 2019; Postma & Keijzers, 2021). Eerder werd onderzoek verricht in 2009, 2010 en 2015-2018. In de periode 2016-2020 is het onderzoek uitgevoerd op 14 vaste locaties, zie Figuur 7.16 en verder Postma en Keijzers (2021).



Figuur 7.16 Ligging van de 14 bemonsterde locaties van de mosselkartering in het Haringvliet (Bron: Postma en Keijzers, 2021).

De mossel-gemeenschap bestaat bijna volledig uit quaggamosselen (*Dreissena bugensis*); bij de bemonsteringen is de driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) nauwelijks meer aangetroffen (<1%). De brakwatermossel (*Mytilopsis leucophaeata*) is in alle jaren niet aangetroffen (incl. de MWTL-macrofaunamonsters).

De dichtheden van de *Dreissena*-gemeenschap variëren nauwelijks tussen de jaren. De verschillen in dichtheden tussen locaties worden vooral bepaald door de waterdiepte. Met elke meter in diepte extra neemt de dichtheid gemiddeld met circa 500 ml/m² af. Hierbij valt op dat de (gemiddelde) monsterdiepte (van de deelmonsters) op de locaties soms sterk verschilt tussen de jaren. Dit komt omdat sommige monsterpunten op een plek liggen waar er sprake is van variatie in de waterdiepte (bijvoorbeeld op een steilrand onder water) en de verdeling van de deelmonsters over de diepte per jaar verschilt (Postma & Keijzers, 2021).

Aangezien de monitoring telkens in het najaar wordt uitgevoerd (oktober), zouden vanaf 2019 eventuele effecten van een toegenomen zoutgehalte zichtbaar moeten kunnen zijn. Er zijn geen aanwijzingen dat de zoutindringing in het westelijk deel van het Haringvliet tot negatieve effecten op de dichtheid van de *Dreissena*-gemeenschap heeft geleid. Op locatie 1 en 2 (dicht bij de Haringvlietsluizen) wordt de variatie in de dichtheden vooral gestuurd door de waterdiepte van de bodemhappen. Uit een vergelijking van de gemiddelde dichtheden voor iedere waterdiepte (per meter) tussen de periode 2015-2018 en 2019-2021 bleek dat de gemiddelden waarden bij een waterdiepte van 8-9 meter niet significant verschilden. Bij kleinere waterdiepten waren de dichtheden in de periode 2019-2021 juist groter dan vóór de Kierproeven (Postma & Keijzers, 2021).

8 Samenvatting, conclusie en aanbevelingen

In dit hoofdstuk zijn de monitoringresultaten uit de periode 2019-2022 samengevat en vergeleken met de effecten die vooraf verwacht werden. In paragraaf 8.1 worden de verwachte effecten zoals beschreven in de nulrapportage beschreven. Paragraaf 8.2 bevat een samenvatting van de uitgevoerde kierproeven en een beschrijving van de verspreiding van het zout tijdens deze proeven. In paragraaf 8.3 worden de waargenomen veranderingen van de waterkwaliteit en ecologie samengevat, met een focus op veranderingen die gerelateerd zijn aan de Kier. In de paragraaf met de discussie en conclusies wordt teruggegrepen op de verwachte effecten: welke effecten zijn ook daadwerkelijk waargenomen (paragraaf 8.4)? Het hoofdstuk sluit af met aanbevelingen naar aanleiding van deze toestandrapportage en overige aanbevelingen voor het verbeteren van de vismigratie en het ecosysteem van het estuarium van het Haringvliet en de Voordelta (paragraaf 8.5).

8.1 Verwachte effecten

In de nulrapportage is een overzicht gegeven van de belangrijkste effecten die bij aanvang verwacht werden als gevolg van de uitvoering van het Kierbesluit, zie Tabel 8.1.

Tabel 8.1 Overzicht verwachte abiotische (tabel hieronder) en biotische effecten (tabel volgende pagina) als gevolg van uitvoering van het Kierbesluit (Reeze et al., 2020).

	Voordelta		Haringvliet	
	winter	zomer	winter	zomer
Getijdenbeweging	0	0	0	0
Netto spuidebiet	0	0	0	0
Zoutgehalte	0	0		
- zone direct ten oosten Haringvlietdam			+	(+)
- 0-3 meter			0	0
- 3-8 meter			?	0
- >8 meter			+	?
Turbiditeit	0	0	+	(+)
Doorzicht	0	0	-	(-)



	Haringvliet	
	winter	zomer
Fytoplankton, zoöplankton, macrofyten en macrofauna ondiepe (oever)zones	0	0
Passeerbaarheid voor trekvis	+	+
Minder uitspoelen zoetwatervis	-	-
Inspoelen zoutwatersoorten fytoplankton, zoöplankton, macrofauna, vis	+	(+)
Vis-etende vogels (sterns)	+	(+)
Phaeocystisbloei	0	?
Eenoogkreeftjes (specifiek <i>Eurytemora affinis</i>)	?	+
Vestiging zoutwatersoorten macrofauna, vis (in zones langdurig zout/brak)	+	(+)
Quaggamosselen:		
- 0-3 meter	0	0
- 3-8 meter	?	?
- >8 meter	-	-
Mosseletende vogels	?	?

Toelichting:

0	Blijft gelijk
+	Neemt toe
-	Neemt af
?	Onbekend
()	Effect treedt alleen op tijdens perioden waarin zoutwater wordt ingelaten

De verwachting was dat de volgende aspecten **niet** zouden **veranderen** als gevolg van het aangepaste klierbeheer (Reeze *et al.*, 2020):

- De getijdenbeweging (in Voordelta en Haringvliet).
- De hoeveelheid zoetwater dat via de Haringvlietssluizen naar zee gaat (het 'netto spuidebiet').
- De globale omvang, ligging en dynamiek van de zoet-zout overgang. Deze is en blijft afhankelijk van de aanvoer van zoetwater via de Bovenrijn, en ligt met name in de Voordelta (en alleen in perioden wanneer er zoetwater gespuid wordt).
- Het voorkomen van ondiepe brakwaterzones. Deze zijn (en blijven) periodiek in de Voordelta aanwezig, namelijk alleen in perioden wanneer er zoetwater gespuid wordt. De oeverzones van het Haringvliet (ondieper dan 3 meter) blijven zoet.
- De waterkwaliteit en biologische kwaliteit van de Voordelta.
- De nutriëntenkringloop en het optreden van eutrofiëringsverschijnselen (algenbloei) in Voordelta en Haringvliet.
- Het fytoplankton, zoöplankton, de macrofyten en de macrofauna in de ondiepe (oever)zones van het Haringvliet (0-3 meter diepte, m.u.v. de zone direct ten oosten van de Haringvlietdam).



De voornaamste effecten van het aangepast kierebeheer werden verwacht in het **Haringvliet** (Reeze *et al.*, 2020):

- De toegankelijkheid van het Haringvliet voor trekvis van de Voordelta zal verbeteren (de 'window of opportunity' is groter), zowel tijdens kieren als daarbuiten (visvriendelijk sluisbeheer).
- Met de vloedstroom kunnen diverse organismen (passief) het Haringvliet bereiken. Dit geldt bijvoorbeeld voor de larven en juvenielen van vissoorten die op zee paaen en in de delta opgroeien (mariene juvenielen zoals haring en sprot), getijde-migranten zoals glasaal, driedoornige stekelbaars en juveniele bot en voor kreeftachtigen zoals garnalen, aasgarnalen, steurgarnalen en diverse (zoutwater) fyto- en zoöplanktonsoorten.
- Als gevolg hiervan kan de aanwezigheid van visetende vogels als aalscholver en visdief en van roofvis aan de Haringvlietzijde van de Haringvlietdam toenemen. Het betreft deels een verplaatsing vanuit de Voordelta, maar mogelijk neemt de totale populatie ook iets toe als gevolg van de verbeterde omstandigheden voor de prooivis.
- De periode in het jaar waarin de sluisen worden geopend, hebben ook 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 sluisen in het voorjaar de 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 de bloei van deze soorten zal afnemen.
- Wanneer in het voorjaar de sluisen worden geopend, bestaat de kans dat de niet toxische plaagalg *Phaeocystis* het Haringvliet kan binnen komen. In de zone waarin regelmatig zout water aan het oppervlak kan voorkomen (zone direct achter de Haringvlietdam) kan bloei van *Phaeocystis* optreden. *Phaeocystis* is een schuimvormende niet-giftige plaagalg; bloei treedt gewoonlijk op in april-mei aan het zeeoppervlak. De kans op blauwalgenbloei in deze zone neemt juist af.
- De toekomstige ontwikkeling van het fytoplankton is afhankelijk van de frequentie, duur en jaargetijde van openen van de sluisen. Bij een hoge frequentie en duur van de openstelling zal het aandeel taxa van brakke en marien-brakke taxa toenemen. Het milieu zal niet zo zout worden dat het geschikt wordt voor mariene taxa.
- In de zone van zout naar zoet kunnen zich mogelijk ook eenoogkreeftjes vestigen (behorend tot het zoöplankton), waaronder specifiek *Eurytemora affinis*. Deze soort weet zich goed staande te houden in een brede range van de saliniteitsgradiënt en turbiditeit.
- 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). Over het algemeen komen in deze zone weinig soorten voor. De veranderingen zullen vooral zichtbaar worden in de bodemfauna en visfauna en zijn vooral afhankelijk van de mate waarin fluctuaties in het zoutgehalte optreden. Bij sterke veranderingen van het leefmilieu (van zoet naar zout en omgekeerd) zal sterfte van plaatsgebonden organismen optreden (bodemfauna, fyto- en zoöbenthos).
- Naar verwachting zal verzilting van het Haringvliet als gevolg van de Kier een negatieve invloed hebben op het voorkomen van zoetwatermosselen, m.n. quaggamosselen, zie paragraaf 7.7. Mogelijk wordt hun plaats ingenomen door de brakwatermossel (*Mytilopsis leucophaeata*), een soort die nauw verwant is aan de



aanwezige zoetwatermosselen. Dit geldt voornamelijk voor de zone waar zout water langdurig aanwezig kan zijn (> 8 meter). Het optreden van perioden met zout water in de zone tussen 3-8 meter diepte kan leiden tot een afname van de groei en sterfte van quaggamosselen, maar dit is onzeker.

- Als sterfte optreedt, neemt de populatie van mosseletende vogels hierdoor mogelijk af.

In de **Voordelta** werden daarnaast de volgende biologische effecten verwacht:

- De hoeveelheid zoetwatervis die uitspoelt naar de Voordelta zal afnemen en vissen zullen beter in staat zijn om terug te keren naar het Haringvliet.
- Hierdoor neemt de aanwezigheid van visetende vogels als aalscholver en visdief in de Voordelta mogelijk af.
- De toegankelijkheid van de Voordelta voor trekvis vanuit het Haringvliet zal verbeteren (de 'window of opportunity' is groter), zowel tijdens het kieren als daarbuiten (visvriendelijk sluisbeheer). Dit geldt met name voor stroomafwaarts trekkende juvenielen, maar ook voor volwassen dieren en grotere juvenielen die na een periode in zoet water terug keren naar zee.

8.2 Kierproeven en zoutverspreiding

Kierproeven

In de periode 2019-2022 zijn diverse kierproeven, zoetspoelproeven en naleverproeven uitgevoerd, zie Tabel 8-2 en ook Tabel 2-1 in hoofdstuk 2. In 2019 zijn 3 zoetspoelproeven en een naleverproef uitgevoerd. Tijdens een naleverproef zijn de Haringvlietsluizen gesloten en wordt de opmenging van het zout vanuit de diepe putten in het Haringvliet naar de bovenste waterlaag (< 5 meter) gevolgd. Aan het eind van het jaar 2020 en in 2021 is gestart met twee kierproeven, waarbij water vanuit zee bij vloed is ingelaten in het Haringvliet. De kierproeven werden gevolgd door een naleverproef. Aan het eind van 2021 werd een derde kierproef uitgevoerd, ook deze werd gevolgd door een naleverproef. Aan het begin van 2022 zijn kierproef 4 t/m 6 uitgevoerd, eind november volgde de zevende. De laatste kierproef werd afgesloten met een naleverproef.

Tabel 8-2 Overzicht van de uitgevoerde zoetspoelproeven, kierproeven, naleverproeven en visvriendelijke sluisbeheer in de periode 2019-2022.

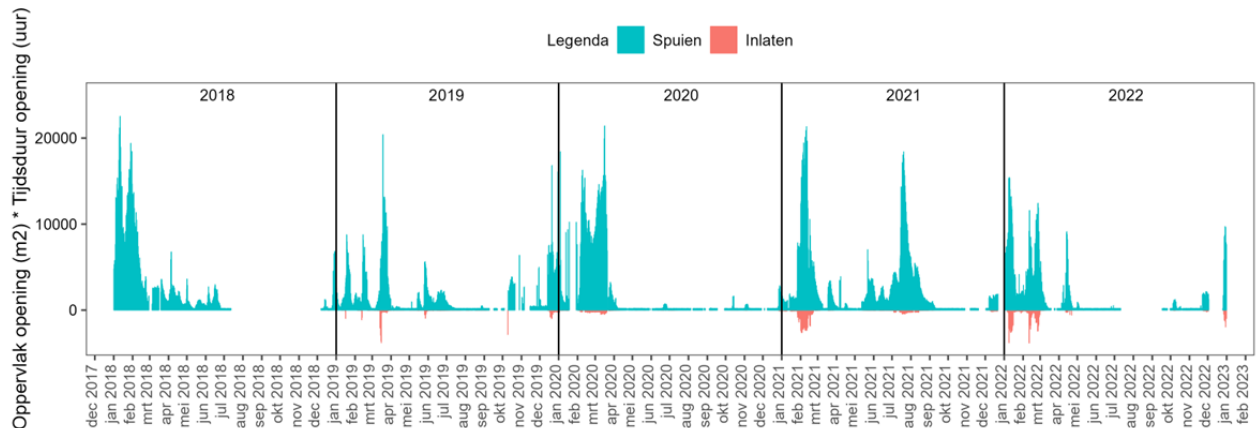
Maand start proef	2019				2020				2021				2022			
	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12
Zoetspoelproef	3															
Kierproef								1	1			1	3			1
Naleverproef				1					1			1				1
Visvriendelijk sluisbeheer																

Daarnaast is vanaf 10 december 2018 visvriendelijk sluisbeheer toegepast. Bij visvriendelijk sluisbeheer worden de Haringvlietsluizen na kentering (eb naar vloed) beperkt opengehouden om de vismigratie te bevorderen. Hierbij is de bedieninstructie 'visvriendelijk spuisluisbeheer' steeds verder verfijnd. Het visvriendelijk sluisbeheer is stopgezet tijdens de uitvoering van de andere proeven en bij specifieke omstandigheden (oostenwind, peilbeheersing voor de haven van Moerdijk, overloop van de zoutvang, lekkage, onderhoud en zeer lagen afvoeren).



Tabel 8-3 Kierstatistiek periode 1-1-2019 t/m 31-12-2022 (Bron: data Rijkswaterstaat).

Kenmerk	2019	2020	2021	2022
Aantal uren gekierd	635	626	1.039	702
% van de getijden gekierd	65%	78%	85%	63%
% van de getijden gespuid	89%	86%	91%	72%



Figuur 8.1 Product van het oppervlak en de tijdsduur van de sluisopening als maat voor de omvang van het kieren en spuien (Kooiman et al., 2023).

Tabel 8-3 en Figuur 8.1 geven een overzicht van de opening van de Haringvlietsluizen tijdens het kieren en het spuien in de periode 2019-2022. In het jaar 2021 is het meest gekierd (en ook gespuid), dit hangt samen met de relatief hoge rivierafvoeren gedurende het hele jaar. In 2019 en 2022 zijn de Haringvlietsluizen meerdere achtereenvolgende maanden dicht geweest vanwege aanhoudend lage rivierafvoeren.

Zoutverspreiding

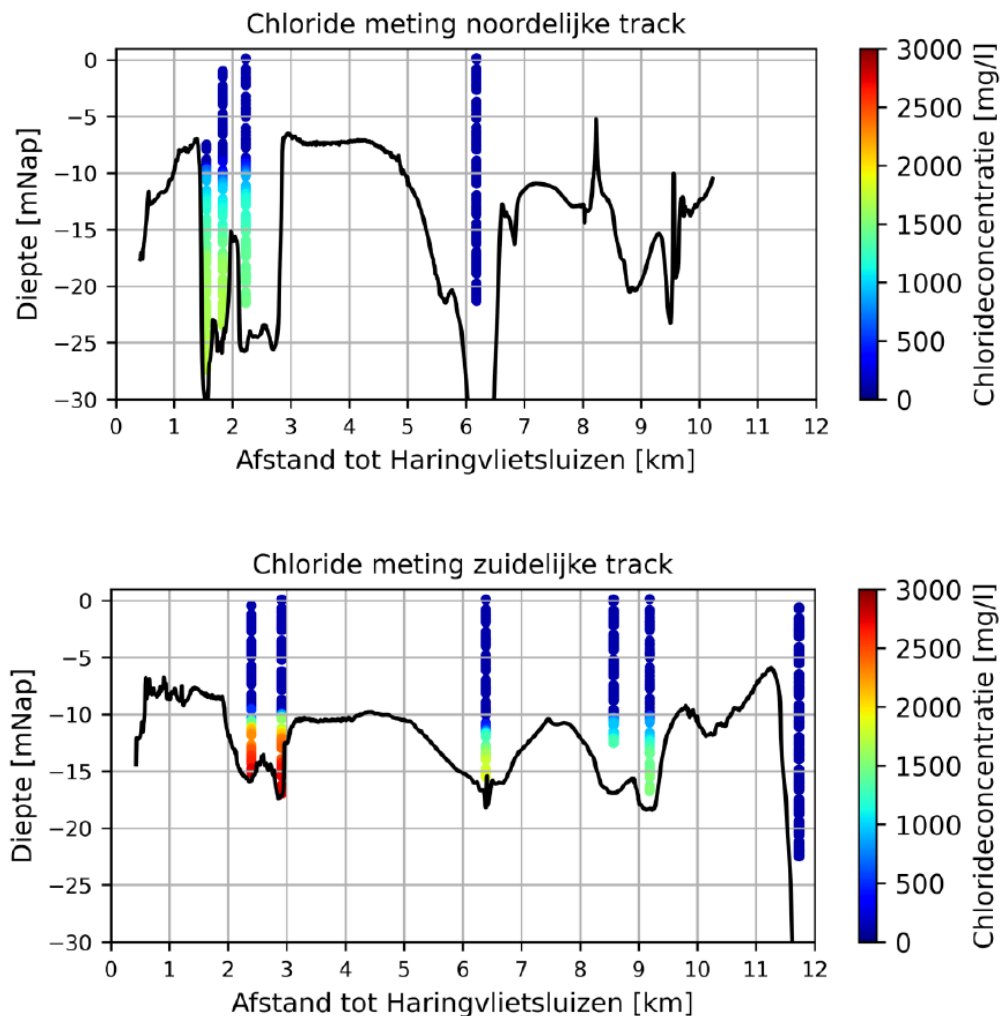
Bij de kierproeven beweegt het zout zich via de bodem en dan met name via de geulen richting het oosten. Hierbij verspreidt het zout zich via de bodem van de dichtstbijzijnde put (put A) naar de volgende putten. In het algemeen verspreidt de het zoute water zich sneller langs de zuidkant in vergelijking met de noordkant vanwege de bodemvorming (de putten aan de zuidkant lopen verder door) en de diepere putten aan de noordkant (deze kunnen meer zout bergen).

Het zout dat bij het visvriendelijk sluisbeheer naar binnen komt, wordt opgevangen in de zoutvang van de sluizen (put A). Dit zout wordt tijdens een volgende spuiperiode en als gevolg van de inzet van zoutriolen direct weer naar zee gespoeld. Als gevolg van het visvriendelijk sluisbeheer komt er netto dus geen zout het Haringvliet binnen.

Tijdens de kierproeven zijn onder in de diepe putten chloride concentraties waargenomen tot 10.000 mg/l. Tijdens de meeste proeven liepen de chloride concentraties op grote diepte minder ver op. In de ondiepere waterlagen (tot 10 meter diepte) bleef de chlorideconcentratie gedurende de proefperioden vrijwel gelijk aan de achtergrondconcentratie. Alleen tijdens de zoetspoelproef van februari 2019 vond een zeer beperkte en tijdelijke verzilting plaats op dieptes tussen 7 en 10 meter (Stone, 2020).



Het algemene beeld van de zoutverspreiding tijdens de kierproeven wordt goed weergegeven door Figuur 8.2. In deze figuur zijn de chlorideprofielen weergegeven langs een traject aan de noordzijde en zuidzijde van het Haringvliet. In de laag tot 10 meter diepte is het water met chloride concentraties van ca. 140 mg/l zoet. In de putten neemt de chloride concentratie toe naarmate een put zich dichterbij de Haringvlietsluizen bevindt, met de hoogste concentraties in put A (niet weergegeven in Figuur 3.3) en put D (zuidelijke track, tussen 2 en 3 km). Dit hangt samen met de afstand tot de Haringvlietsluizen, maar ook met de drempels tussen de putten. Deze bepalen de hoeveelheid zout die van de ene naar de andere put overloopt.



Figuur 8.2 Chloride gehalten op verschillende dieptes en afstanden van de Haringvlietsluizen op 5 december 2022 via de noordzijde (put A, B, C en E: noordelijke track) en de zuidzijde (put A, D, F en H: zuidelijke track) van het Haringvliet (Hydrologic, 2024d).



8.3 Ecologische ontwikkeling Haringvliet 2019-2022

Waterkwaliteit

Er zijn opvallende verschillen tussen de waterkwaliteit van het Haringvliet en de Voordelta. Dit geldt niet alleen voor het zoutgehalte (het Haringvliet is zoet, de Voordelta zout), maar ook voor bijvoorbeeld de watertemperatuur (het Haringvliet warmt sneller op dan de Voordelta) en het zwevend stof (dat in het Haringvliet bezinkt en in de Voordelta niet). Alle beschouwde waterkwaliteitsparameters voldoen aan de normen voor de KRW.

Opvallende doorgaande trends in de waterkwaliteitsparameters zijn een afname van het zuurstofgehalte en opgelost stikstof en fosfaat in de Voordelta. In het Haringvliet neemt het doorzicht toe, terwijl het chloride-gehalte en het opgelost fosfaat afnemen.

In zowel de Voordelta als in het Haringvliet laat de waterkwaliteit (gemeten op 1 meter diepte) geen duidelijke effecten van de uitgevoerde kierproeven zien. Dit geldt ook voor de zoutconcentratie in de bovenste meter van de waterkolom. De saliniteit in het Haringvliet hangt vooral samen met de Bovenrijnafvoer.

Aquatische biologie

De veranderingen in de samenstelling het fytoplankton kunnen niet direct worden gerelateerd aan een verandering van de saliniteit. Op basis van een vergelijking van de Kier-locaties met de langjarige fytoplanktonreeks van Haringvlietssluis kan worden gesteld dat geconstateerde veranderingen in dichtheden van het fytoplankton de jaarlijkse fluctuaties volgen. De lichte toename van fytoplankton-taxa van brakke milieus in 2020 en 2021 lijkt te stagneren.

De veranderingen in de zoöplankton gemeenschap zijn niet toe te schrijven aan veranderingen in de saliniteit, maar gaat het om jaarlijkse fluctuaties. De aangetroffen taxa hebben overwegend een voorkeur voor een zoet tot zoetbrak milieu.

Net als bij het fytoplankton kent de ontwikkeling van het zoöplankton een seizoensdynamiek waarbij vaak een duidelijke voorjaars- en najaarsbloei optreedt. De bloeien zijn temperatuur gestuurd en door stijging van de gemiddelde watertemperatuur is het denkbaar dat de bloeiperiodes veranderen.

De macrofauna in het Haringvliet wordt vrijwel geheel bepaald door soorten van zoet water. Brakwater-indicatoren worden slechts incidenteel aangetroffen. In 2022 is een lichte toename van het aandeel brakwater-indicatoren waargenomen, tot 0,3% van het totaal aantal individuen. Deze toename is vooral toe te schrijven aan bijna 40 individuen van het zeeslakje *Murchisonella*. Op monsterlocatie 9, ca 2 km achter de sluizen aan de zuidzijde van het Haringvliet, was het aandeel brakwater-indicatoren in 2021 en 2022 bovendien > 1%, wat duidt op enige invloed van zout water. De ecologische kwaliteit in termen van de KRW (EKR-score) ligt ruim onder de doelstelling. Vanaf 2017 is de score vrij stabiel met een lichte dip in 2020. Er is een duidelijk verband tussen de EKR-score en de diepte. De ondiepe monsters (3-5 meter) scoren beduidend beter dan de monsters uit de diepteklasse >10 meter. Hierbij kunnen de scores op meetpunten van jaar tot jaar (flink) verschillen.

De toename in aantal soorten bij vissen in 2019, 2020 en 2021 moet waarschijnlijk gezien worden als uitschieters, want in 2022 is het aantal soorten weer ongeveer op hetzelfde niveau als voor het kieren in 2018. De aanwezigheid van N2000- soorten in de vangsten is



over de jaren te sporadisch om er conclusies aan te verbinden. Er is geen duidelijke trendbreuk te zien in de biomassa sinds 2019. De biomassa lijkt een golvende beweging te volgen, met hoge biomassa's in 2020 (voorjaar) en 2018 (najaar) en sindsdien een afname. Met uitzondering van 2022 is de biomassa over het geheel genomen erg laag. Waarschijnlijk het gevolg van een uitzonderlijk hoge biomassa aan gevangen grote alen in het najaar van 2022. Er is geen verschil te zien in de EKR-score voor vis tussen voor en na het kieren. Het aantal gevangen zoutwater soorten was in 2019 plotseling hoog in vergelijking met voor het kieren, maar nam de erop volgende jaren weer af. Het lijkt erop dat met name haring en zeebaars meer aangetroffen worden dan voor het kieren, maar de meetreeks is te kort om daar harde uitspraken over te doen.

Vogels

Zowel in de Voordelta als Haringvliet-west zijn geen veranderingen opgetreden in de aantallen en verspreiding van vogels die te relateren zijn aan het kieren.

Zeezoogdieren

In de Voordelta zijn geen veranderingen opgetreden in de aantallen en verspreiding van zeezoogdieren die te relateren zijn aan het kieren.

Overige onderzoeken

Binnen het langlopende 'projectmonitoring vis Haringvliet en Voordelta' is vastgesteld dat er voor en na de start van het kieren in het Haringvliet geen significante verschillen te zien zijn in de soortensamenstelling, de aantallen en de biomassa van vis. De variatie in de visstand tussen de jaren is groot, waarschijnlijk door verschillen in vangstsucces vanwege variatie in rivierafvoeren tijdens de bemonsteringen. Op basis van deze bevindingen wordt geconcludeerd dat er geen of **nog geen** effect van het kieren op de visstand in het Haringvliet kan worden vastgesteld, óf dat de gehanteerde methodiek niet geschikt is om veranderingen in de visstand als gevolg van het kieren te achterhalen.

Er is een gerichte intrek van getijdenmigranten. Wanneer er meteen wordt gespuid met dezelfde spuikoker na inlaten, blijkt er soms een aanzienlijke uitspoeling van getijdenmigranten op te treden. Dit pleit voor spuien met andere spuikokers dan waarmee ingelaten is.

Uit de vismigratie onderzoeken komt naar voren dat zalm zowel via de kier als via de vissluizen binnen komen. Ze doen dit vooral overdag, waarschijnlijk omdat ze zich dan beter kunnen oriënteren in ingewikkelde stromingscondities. Een lage hefhoogte van de kier lijkt niet van invloed te zijn op intrek van deze soort.

Er wordt steeds meer houting gezien en de soort lijkt te paaieren bij de langsdammen in de Waal en in Spui. Deze soort maakt alleen gebruik van de spuissluizen in de Haringvlietdam en niet van de scheepvaartsluis. Er wordt geconstateerd dat er aan de buitenzijde van de Haringvlietdam veel predatie van houting plaatsvindt.

De stroomafwaartse migratie van aal blijkt afhankelijk te zijn van de afvoer. Het Haringvliet is het belangrijkste uittrekpunt voor aal. De Haringvlietdam lijkt geen obstakel te zijn voor de stroomafwaartse migratie van aal.

Smolts gebruiken de kier voor uittrek en lijken afhankelijk van het aantal geopende sluisdeuren. Temperatuur is een belangrijkere trigger voor de stroomafwaartse migratie dan afvoer. Circa 10 graden lijkt de trigger te zijn voor smolts om te trekken of dieper water



op te zoeken. Tot en met 2023 is er geen bewijs dat smolts gebruik maken van de kier. De Haringvlietdam is een obstakel voor de uittrek van smolts.

Uit samen voor aal blijkt dat er een mismatch is tussen de perioden waarin grootschalig gekierd kan worden (vroeg voorjaar) en de migratieperiode van glasaal (later).

Belangrijke conclusie uit het glasaal onderzoek is dat de verblijftijd van glasaal bij de Haringvlietdam laag is, dus ze lijken goed door te kunnen trekken via de kier, maar dit is lastig vast te stellen.

Bij het zegen in Delta onderzoek werd geconstateerd dat de ondiepe zones in het Haringvliet vrijwel volledig zoet zijn. Zoute soorten blijven niet hangen en trekken snel weer uit of spoelen uit tijdens het spuien. De zoet-zout overgang lijkt zich meer aan de buitenzijde van de dam te bevinden. Omdat naast connectiviteit ook habitatgeschiktheid van belang is, is een grote vraag of het habitat aan de binnen- en buitenzijde wel geschikt is voor zoute soorten om hier te willen en kunnen zijn. Met diadrome soorten lijkt het wel goed te gaan. Echter de periode van het kieren lijkt een groot effect te hebben op de intrek van bepaalde soorten. Zo kan bot die in het vroeg voorjaar 'massaal' binnen komen bij het kieren, dat geldt minder voor glasaal die later pas trekt, wanneer doorgaans minder gekierd wordt.

Zoetwatermosselen bevinden zich vooral in de ondiepere delen (<10 m) van het Haringvliet. De mossel-gemeenschap bestaat bijna volledig uit quaggamosselen (*Dreissena bugensis*). De dichtheid van de *Dreissena*-gemeenschap in 2021 past over het algemeen goed in het beeld van eerdere jaren. Er zijn geen aanwijzingen dat de zoutindringing in het westelijk deel van het Haringvliet tot negatieve effecten op de dichtheid van de *Dreissena*-gemeenschap heeft geleid.

8.4 Discussie en conclusies

Uit het overzicht van de waargenomen effecten als gevolg van de uitvoering van het Kierbesluit (Tabel 8.4) blijkt dat veel van de verwachte effecten niet zijn opgetreden. De metingen van de waterkwaliteit en biologie laten nauwelijks effecten zien van het kieren. De waargenomen variaties in de metingen hebben vaak een verband met andere factoren, zoals de afvoer en het optreden van droge jaren. Met uitzondering van de zone direct achter de Haringvlietssluisen worden in het Haringvliet niet of nauwelijks mariene en estuariene soorten waargenomen. Op systeemniveau zijn er geen significante veranderingen zichtbaar als gevolg van het kieren.

Dit hangt nauw samen met de beperkte verspreiding van het zout tijdens het visvriendelijk sluisbeheer (beperkt tot de zoutvang direct achter de sluisen) en tijdens het kieren (beperkt tot de diepe putten). In de bovenste waterkolom van het Haringvliet (van 10 meter dik) zijn geen veranderingen zijn opgetreden ten opzichte van de uitgangssituatie. Het zout dat wordt ingelaten, verspreidt zich via de bodem en de diepe putten. Hier was bovendien maar gedurende een korte periode zout aanwezig, alleen tijdens het uitvoeren van de kierproeven. Bij sommige van deze proeven waren de diepe putten bovendien nagenoeg zoet als gevolg van de hoge rivierafvoeren en het opbouwen van een zoetwaterbel in de Voordelta.



Tabel 8.4 Overzicht waargenomen abiotische (tabel boven) en biotische effecten (tabel onder) als gevolg van uitvoering van het Kierbesluit.

	Voordelta		Haringvliet	
	winter	Zomer	winter	zomer
Zoutgehalte				
- diepe putten (> 10 meter)			(+)	(+)

	Haringvliet	
	winter	zomer
Passeerbaarheid voor trekvis	+	+
Intrek getijdenmigranten (vissen)	(+)	(+)
Minder uitspoelen zoetwatervissen	-	-

Toelichting:

0	Blijft gelijk
+	Neemt toe
-	Neemt af
?	Onbekend
()	Effect treedt alleen op tijdens perioden waarin zoutwater wordt ingelaten

Daarbij sluiten de perioden waarin de waterkwaliteit en de biologie worden gemonitord (overwegend rond de zomerperiode) en de wijze van monitoren (overwegend in de bovenste waterlaag) niet aan bij de perioden waarin de kierproeven zijn uitgevoerd (winterperiode) en het deel van het systeem waar de effecten te verwachten zijn (diepe putten). Ook dit verklaart waarom er nauwelijks effecten worden waargenomen.

Daarmee beperken de waargenomen effecten van de kier zich vooralsnog tot de vismigratie. Als gevolg van de kier hebben vissen inmiddels de mogelijkheid om de Haringvlietssluisen te passeren en de onderzoeksresultaten geven aan dat ze hier ook gebruik van maken. Hierbij is de afvoer vrijwel alles bepalend voor de omvang en de mogelijkheden van de vismigratie. Het aantal uren dat wordt gekierd, het percentage van de getijden waarop wordt gekierd en de mogelijkheden om te variëren met de hefhoogte en de spuisluisen die worden geopend zijn sterk afhankelijk van de rivierafvoer.

Voor diadrome soorten zijn door het kieren en visvriendelijk sluisbeheer de mogelijkheden verbeterd om van zoet naar zout en *vice versa* te migreren. Ook kan uitgespoelde zoetwatervis beter terug keren naar het Haringvliet. Voor aal lijkt de Haringvlietdam geen belemmering, dat geldt ook voor salmoniden, maar deze gebruiken ook de visriolen. Echter niet alle soorten en levensstadia profiteren van het kieren. Bij glasaal is er een mismatch tussen de momenten van kieren, meestal vroeg in het voorjaar, en het moment van hun migratiepiek, die vaak later in het jaar valt. Op basis van de beschreven onderzoeken lijken smolts weinig profijt te hebben van het kieren, op dit moment wordt nader onderzocht of de Haringvlietdam inderdaad een belemmering vormt voor de uittrek van smolts naar zee.



8.5 Aanbevelingen

In deze paragraaf zijn de belangrijkste aanbevelingen samengevat. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen aanbevelingen vanuit de toestandrapportages (nulrapportage en vervolgrapportages) en de aanbevelingen vanuit de 'kennisbijeenkomst vis' van 6 juni 2024. De aanbevelingen vanuit de toestandrapportages hebben vooral betrekking op de monitoring; in de kennisbijeenkomst zijn daarnaast ook aanbevelingen gedaan voor het verbeteren van de vismigratie via de Kier en het verbeteren van het ecosysteem van het Haringvliet en de Voordelta, zie verder ook Claus *et al.*, 2024.

Aanbevelingen vanuit de toestandrapportages

Watertypering in relatie tot monitoring

Ondanks het gewijzigd kierbeheer functioneert het Haringvliet ecologisch gezien nog steeds als een zoetwatergetijdenrivier of zoetwatermeer. Hierbij is het niet de verwachting dat hier in de nabije toekomst verandering in zal komen: het aangepast kierbeheer leidt niet tot meer getijdenbeweging en de oeverzones (ondieper dan 3 meter) blijven zoet. Het is dus ook niet de verwachting dat het Haringvliet-west zich als gevolg van de Kier als overgangswater zal ontwikkelen (Reeze *et al.*, 2020).

Daarom wordt aanbevolen om de monitoring (en beoordeling) van het Haringvliet-west beter af te stemmen op het huidige functioneren. Hierbij moet het toepassen van de methoden voor zoete getijdewateren of zoete meren worden (her)overwogen (watertype R8 of M21), zie ook de discussie in de nulrapportage (Reeze *et al.*, 2020).

Timing monitoring in relatie tot de kierproeven

Verder rijst de vraag in hoeverre de monitoring van de waterkwaliteit en biologie afgestemd moet worden op de kierproeven. Er zijn veel argumenten te noemen om dit niet te doen, zeker niet voor de MWTL-metingen. De metingen dienen bijvoorbeeld afgestemd te zijn op de belangrijkste leefgebieden en kenmerkende perioden van de beschouwde soortgroepen. Verder dienen de metingen een beeld te geven van veranderingen op systeemniveau. Als er echt belangrijke veranderingen zijn, dan kan het niet anders dan dat deze ook in de routinematige metingen terug te zien moeten zijn. Verder heeft het niet zo veel zin om bijvoorbeeld het fytoplankton in binnenkomend zeewater te monitoren, het is veel belangrijker om te weten of dit fytoplankton zich ook weet te handhaven. Ten slotte zijn er ook niet veel bijzondere effecten te verwachten in de zone en periode waarin het zoute water nu wordt ingelaten (diepe putten in de winterperiode). Je zou dan hoogstens kunnen vaststellen dat bijvoorbeeld de soortenarme zoetwatermacrofauna van de diepe putten (specifieke zuurstoftolerante wormen en muggenlarven) de tijdelijke zoutwaterperiode wel of niet overleeft.

Anderzijds is het niet bevredigend als de kierproeven en monitoringsopzet qua periode en wijze van monitoren zo uiteenlopen. Het verdient de aanbeveling om te beschouwen of het nodig is om tijdens de proeven meer te meten dan alleen het zoutgehalte.

Monitoring fyto- en zoöplankton

De monitoring van het fyto- en zoöplankton vindt alleen in de zomermaanden plaats (maart t/m augustus) waarin doorgaans niet gekierd wordt. Tenzij het kieren ook in de zomer gaat worden, lijkt het onwaarschijnlijk dat de effecten van het kieren op deze organismen



groepen met de huidige monitoring vast te stellen is. Daarvoor zou een, met specialisten nader te bepalen, meer toegespitste monitoring overwogen kunnen worden.

Monitoring macrofyten

In overgangswateren (watertype O2) is de maatlat overige waterflora gebaseerd op het relatieve oppervlak aan kwelderareaal binnen het waterlichaam, de kwaliteit van de kweldervegetatie en de bedekking en kwaliteit van zeegrassen. Het Haringvliet-west is niet geschikt hiervoor (o.a. Reitsma *et al.*, 2019), maar er komen wel waterplanten voor. Sinds het Haringvliet wordt beoordeeld met de O2b maatlat (2017), en niet meer met die van R8, is ook de monitoring hierop aangepast. Hierdoor blijft de ontwikkeling van water- en oeverplanten sindsdien buiten beeld. Volgend op de eerste aanbeveling wordt aanbevolen om het toepassen van de methoden voor zoete getijdewateren of zoete meren te (her)overwegen (watertype R8 of M21). Dan komt de ontwikkeling van fyto-benthos mogelijk ook weer in beeld (bij R8).

Monitoring macrofauna

Bij de macrofauna valt vooral op dat de resultaten van een locatie sterk van jaar tot jaar kunnen verschillen. Dit is bijvoorbeeld goed te zien in de resultaten van de KRW-score en het aantal soorten en soortgroepen (aantal taxa), zie Figuur 4.9 en Figuur 4.11. Ook in de monsternamen van de zoetwatermosselen wordt een grote variatie tussen de deelmonsters op dezelfde locatie waargenomen (Postma & Keijzers, 2021).

De waargenomen variatie hangt samen met de clustering in het voorkomen van soorten (mosselen komen voor op verspreid voorkomend hard substraat, o.a. oude schelpen) en de variatie in de diepte die kan optreden rondom een monsterlocatie (vooral als de locatie op een overgang van diep naar ondiep ligt). Het is de vraag of de monsterstrategie voor macrofauna voor kust- en overgangswateren (één hap met de boxcorer per locatie) geschikt is voor de situatie op het Haringvliet. Volgend op de eerste aanbeveling wordt aanbevolen om het toepassen van de methoden voor zoete getijdewateren of zoete meren te (her)overwegen (watertype R8 of M21).

Monitoring vissen

De actieve monitoring Haringvliet is geen geschikt instrument om trends in soortontwikkeling te signaleren en voldoet ook niet om effecten van de Kier op vis in beeld te brengen. De opzet van deze monitoring zou in overleg met specialisten onder de loep genomen dienen te worden, waarbij aansluiting op de bestaande langjarige meetreeks aan te bevelen is. De locatiekeuze en de methode zijn bepalend voor de resultaten van de actieve monitoring. Bij die nieuwe opzet is het ook van belang de autonome ontwikkelingen mee te nemen.

Monitoring vogels

Sterns komen niet voor in de reguliere tellingen van het Haringvliet-west. Vermoedelijk worden ze niet bij de watervogeltellingen meegenomen, omdat de broedkolonies van kustbroedvogels bij de MWTL-kustbroedvogels worden meegenomen. Hierdoor is er geen inzicht in hoeverre de vogels van deze kolonies in het Haringvliet foerageren.



Het is wel zinvol om de sterns op het Haringvliet te gaan tellen, omdat daarmee inzichtelijk gemaakt kan worden of sterns op het Haringvliet gaan foerageren als gevolg van de intrek van bijvoorbeeld haring en sprout.

Aanbevelingen vanuit de kennisbijeenkomst vis van 6 juni 2024

Optimalisatie Kier voor vismigratie

In de loop van de jaren zijn er al diverse optimalisaties doorgevoerd in het kierprogramma voor het visvriendelijk sluisbeheer. Deze hadden vooral betrekking op het vergroten van de periode en opening van de sluizen bij vloed, zonder dat het zout verder komt dan de zoutvang van de sluizen (put A).

Binnen deze randvoorwaarden liggen er kansen voor verbetering door het kieren te verdelen over meer sluisdeuren en te variëren met de sluisdeuren die gebruikt worden voor het kieren en het spuien. Dit laatste voorkomt uitspoeling en geeft zwakkere zwemmers de kans om door te trekken. Steeds met andere deuren spuien en kieren kan ook helpen om de predatie aan de zeezijde (door zeehonden) te verminderen. Kieren over de gehele lengte van de dam maakt intrek over een brede zone mogelijk. Het kieren met de sluizen aan de noordzijde vergroot mogelijk de kansen voor soorten of levensstadia die meer gebruik maken van de ondiepere route (t.o.v. de diepere geul bij sluis 16/17). Voor smolts is het van belang om tijdens de uittrek te spuien met meerdere sluisdeuren, ook in het midden en noorden van de Haringvlietdam. Daarbij is er ook nog optimalisatie mogelijk in het moment van kieren: salmoniden trekken bij voorkeur overdag, getijdenmigranten bij voorkeur 's nachts. Aanbevolen wordt om het gebruik van de verschillende sluisdeuren voor het kieren en spuien nader uit te werken en waar nodig nader te onderzoeken.

Daarnaast is gebleken dat er de grootschalige kierproeven een groot effect hebben op de intrek van soorten. Dit is onder andere te zien bij bot, die in het vroege voorjaar 'massaal' binnen wist te trekken. Op dit moment is er een mismatch tussen het grootschalig kieren en de migratieperiodes en het migratiegedrag van vissen, met name de kleine vissen en de soorten die zich met het zeewater mee late voeren (getijdenmigranten). Dit geldt bijvoorbeeld voor de glasaal. De piek voor intrek van glasaal is in april; dan wordt er doorgaans beperkt gekierd. Voor de vismigratie zou het goed zijn om mogelijkheden te creëren voor grootschalig(er) kieren tijdens de migratieperiodes van specifieke soorten.

Een ander mogelijk aanknopingspunt voor het verbeteren van de vismigratie is het gebruik van de visriolen en zoutriolen. Beide buissystemen kunnen door vis worden gebruikt om in en uit te trekken (de visriolen zijn ervoor bedoeld), maar het is onbekend of, en zo ja in welke mate en wanneer vis hier gebruikt van maakt (in relatie tot het beheer van deze riolen). Mogelijk zijn de vis- en zoutriolen te optimaliseren voor vismigratie; aanbevolen wordt om de in- en uittrek via deze routes nader te onderzoeken.

Een laatste belangrijk onderdeel in het verbeteren van de vismigratie is het instellen van een visserijvrije zone. Het kabinet is voornemens om in 2025 bij zoet-zout waterovergangen zoals de Afsluitdijk en de Haringvlietdam visserijvrije zones in te stellen. Vooralsnog worden deze zones in omvang beperkt gehouden tot het gebied vlakbij de stuwen, sluizen of gemalen waar de vis zich verzamelt en ophoopt. Vanwege het



internationale belang van de vismigratie via de Haringvlietsluizen wordt aanbevolen om bij het bevoegd gezag te pleiten voor een uitbreiding van deze zone.

Optimalisatie habitat

In de huidige situatie is er weinig variatie in habitat, zowel in het Haringvliet als in de Voordelta. Hierdoor zijn er weinig paai- en schuilmogelijkheden, is de voedselbeschikbaarheid beperkt en kunnen weinig soorten zich handhaven. Aanbevolen wordt om nader te onderzoeken welke mogelijkheden er zijn om de habitats van een natuurlijke monding te ontwikkelen, zoals houtstructuren onder water en ondiepe zones.

Ontwikkelen zoet-zout leefgebied in de Voordelta

De aanwezigheid van een permanente en geleidelijke zoet-zout overgang is een belangrijke (zo niet de belangrijkste) schakel in het functioneren van een estuarium. In de huidige situatie is er geen sprake van een dergelijke overgangszone en is er nog steeds sprake van een harde scheiding tussen zoet en zout water.

De beste kansen voor het creëren van zoet-zout leefgebieden liggen in de Voordelta. Het zoutgehalte van de Voordelta fluctueert al mee met de rivierafvoeren. Bovendien is de Voordelta relatief ondiep. Aanbevolen wordt om de mogelijkheden voor het creëren van een permanente zoet-zout overgangszone in de Voordelta nader te verkennen, bijvoorbeeld door een deel van de Voordelta af te dammen (noordelijk deel) en dit te voorzien van zoet water via één van de (noordelijke) sluisdeuren. Een andere mogelijkheid is de aanleg van een vismigratierivier (zie volgende punt).



Literatuur

- Baptist H.J.M. & P.L. Meininger (red.) (1996). Vogels van de Voordelta 1975-95. Rijksinstituut voor Kust en Zee rapport RIKZ-96.018, Middelburg.
- Bij de Vaate, A., S.J. bij de Vaate, J. Tempelaars & E.A. Jansen (2010). Een uitgangssituatie voor Dreissena's in het Haringvliet ten behoeve van onderzoek naar effecten van het openen van de Haringvlietsluizen. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2010/03.
- Bij de Vaate, A., S.J. bij de Vaate & E.A. Jansen (2019). Dreissena's in het Haringvliet: dichtheid en conditie in 2018 en 2019. Waterfauna Hydrobiologisch Adviesbureau, Lelystad, rapportnummer 2019/01.
- Bleile, N. (2021). Actieve monitoring Haringvliet, datarapport. Rapport 20210993. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Bleile, N. & F.T. Vriese (2021). Aanbod en intrek getijdenmigranten Haringvlietdam 2021. ATKB rapportnr: 20201211/rap01, pp. 45.
- Bleile, N. & F.T. Vriese (2023). Aanbod, doortrek en uitspoeling van getijdenmigranten Haringvlietdam 2022. ATKB i.o.v. Rijkswaterstaat WNZ. Kenmerk: 20212315/rap01.
- Bronkhorst, G., & R. Kleppe (2023). Vismigratie via de Haringvlietsluizen – Merkrapport 2022 en 2023. Kenmerk 20220388/rap01. ATKB i.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Claus, M. B. Reeze & M. de la Haye (2024). Verslag kennisbijeenkomst vis kieren Haringvliet. Waardenburg Ecology, kenmerk: mdh/01/2024, PN 20-0096.
- De Brabander, J. (2024). Inzicht op de impact van predatie op trekvisserij onder verschillende spui-omstandigheden bij de Haringvlietsluizen. Stage opdracht voor RWS-WNZ. Pp. 238.
- De Goederen, S. (2011). Bedieningsprogramma Haringvlietsluizen LPH'84. Bedieningsgrafieken en -tabellen voor de Haringvlietsluizen. Rijkswaterstaat dienst Zuid-Holland. d.d. 10 juli 2011. Kenmerk RWS/DZH/ARA/2011.013.
- De la Haye, M.A.A., B. Reeze, H.A. van der Jagt & G.L. Verweij (2022). Vervolgrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren kieresluit' 2020. Rapport 22-181. Bureau Waardenburg, Culemborg. Pp. 75. <https://edepot.wur.nl/580239>
- Duijts, O., D.B. Kruijt, M. Japink & P. Neijenhuis (2022). Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2021. Waterlichamen: Haringvliet-West, Noordzeekanaal en de Nieuwe Waterweg. Bureau Waardenburg Rapportnr. 22-119, Culemborg.
- Fijn, R.C., R.S.A. van Bemmelen, F.A. Arts, J.W. de Jong, D. Beuker, E.L. Bravo Rebolledo, B.W.R. Engels, M. Hoekstein, R-J. Jonkvorst, S. Lilipaly, M. Sluijter, K.D. van Straalen & P.A. Wolf (2020). Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2019-2020. RWS-Centrale Informatievoorziening BM 20.22. Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-324. Bureau Waardenburg & Deltamilieu Projecten, Culemborg, pp. 90.
- Griffioen, A.B. (2024). Presentatie kennisbijeenkomst vis 6 juni 2024.
- Griffioen, A.B., J. School, P. Philipsen, B. van Wijk, A. Grundlehner, T. Roebbers, O.A. van Keeken & H.V. Winter (2024). Glass eel and yellow eel migration in the Rhine Meuse estuary: A mark recapture study spring 2022 and 2023. WMR, IJmuiden, pp. 125.
- Hoekstein, M.S.J., F.A. Arts, S.J. Lilipaly, K.D. van Straalen, M. Sluijter & P. A. Wolf (2020). Watervogels en zeezoogdieren in de Zoute Delta 2018/2019. Rijkswaterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport BM 20.03. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2020-03. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.



- Hoekstein, M.S.J., M. Sluijter, K.D. van Straalen & W. Janse (2024). Watervogels en zeehonden in de Zoute Delta in 2022/2023. Rijkswaterstaat, Centrale informatievoorziening Rapport BM 24.01. Deltamilieu Projecten Rapportnr. 2024-01. Deltamilieu Projecten, Vlissingen.
- Hornman M., F. Hustings, K. Koffijberg, E. van Winden, P. van Els & R. Kleefstra, Sovon Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat (2020). Watervogels in Nederland in 2017/2018. Sovon rapport 2020/01, RWS-rapport BM 19.18. Sovon Vogelonderzoek Nederland, Nijmegen.
- Hop, J. (2016). Visstand Haringvliet en Voordelta – Heden. ATKB in opdracht van Sportvisserij Nederland. Rapportnr. 20150469/rap01.
- Hop, J. (2017). Actieve Monitoring Haringvliet 2017; 0-situatie Kier; datarapport. Rapportnummer ATKB: 20170118/01.
- Hop, J. & M. van de Ven (2021). Migration of adult diadromous fish in the Rhine delta – Analysis of NEDAP traildata 2017-2020. Rapportnr. 20191133/03.
- Hydrologic (2023a). Rapportage Kierproef '1/n HOP' K2022_4 7 januari 2022 - 15 januari 2022. Rapportage binnen het onderzoeksprogramma Verzilting - Implementatie Kierbesluit. Hydrologic, Amersfoort. P1284. Februari 2023.
- Hydrologic (2023b). Rapportage Kierproef 'Kleine Kier met volume-sturing' K2022_5 16 januari 2022 - 10 februari 2022. Rapportage binnen het onderzoeksprogramma Verzilting - Implementatie Kierbesluit. Hydrologic, Amersfoort. P1284. Februari 2023.
- Hydrologic (2023c). Rapportage Kierproef '1/n HOP' K2022_6 11 februari 2022 - 26 februari 2022. Rapportage binnen het onderzoeksprogramma Verzilting - Implementatie Kierbesluit. Hydrologic, Amersfoort. P1284. Februari 2023.
- Hydrologic (2023d). Rapportage Kierproef 'Kleine Kier met volume-sturing' K2022_7 24 november 2022 - 2 december 2022. Rapportage binnen het onderzoeksprogramma Verzilting - Implementatie Kierbesluit. Hydrologic, Amersfoort. P1284. Juni 2023.
- Hydrologic (2023e). Rapportage Kierproef 'Naleverproef NL2022_4 3 december 2022 - 25 december 2022. Rapportage binnen het onderzoeksprogramma Verzilting - Implementatie Kierbesluit. Hydrologic, Amersfoort. P1284. Juni 2023.
- Jaarsma, N.G. & J.J. Mandemakers, (2022). Evaluatie en optimalisatie vismonitoring ten behoeve van de KRW en N2000 in de rijkswateren. Witteveen+Bos referentie 127920/22-010.095. Pp. 105.
- Kleppe, R. (2023). Overkoepelende rapportage actieve monitoring Haringsvliet en Voordelta 2006-2022. Rapportnummer ATKB: 20221059, pp. 123.
- Knoben, R., H. van der Jagt, M. de Haan, J. Spier, W. Lenferink, A. Goedknecht & N. Evers (2024). Analyse KRW-doelbereik, pp. 73.
- Kooiman, M., S. Ploegaert & M. Vos (2022). Een Zegen in de Delta – 2018-2020. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. Projectnummer 2020.063. RAVON, Nijmegen.
- Kooiman, M., R. Cronau, I. Spruijt, M. Vos, J. van den Ende & S. Ploegaert (2023). Een Zegen in de Delta – 2018-2022. Onderzoek naar de kraamkamerfunctie van de Zuid-Hollandse delta. Projectnummer 2022.089. RAVON, Nijmegen.
- Kroes, R. (2023). Analyse van NEDAP traildata 2021-2022. Rapportnummer 20220746_rap01. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Kruijt, D.B., H.A. van der Jagt, O. Duijts, & M. Japink (2022). Macrozoöbenthos in de Voordelta (de Kier), 2021. Bureau Waardenburg Rapportnr. 22-151, Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Leopold, M. (2023). De impact van vogelgriep op de grote stern in Nederland en het handelingsperspectief voor het omgaan met vogelgriep bij wilde vogels. WUR - rapportnummer: C084/23, pp. 31.



- Lofvers, E. (red.) (1998). MER Beheer Haringvlietsluizen. Over de grens van zout en zoet. De sluizen op een Kier. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Rotterdam. APV-nummer 98.102. ISBN 903694861.
- Paalvast, P. (2016). Monitoringsplan ecologie project Kierbesluit. Ecoconsult, Vlaardingen.
- Paalvast, P., W. Iedema, M. Ohm & R. Posthoorn (1998a). Milieu-effectrapport over een ander beheer van de Haringvlietsluizen. Over de grens van zout en zoet. Deelrapport ecologie en landschap. RIZA-rapport 98051. RWS, notanummer: apv 98/103. ISBN: 90-369-5205-0.
- Paalvast, P., H. Peters & L. Van Sprundel (1998b). MER Beheer Haringvlietsluizen. Over de grens van zout en zoet. Hoofdrapport. Milieu-effectrapport over een ander beheer van de Haringvlietsluizen. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Rotterdam. APV nummer 98.186. ISBN 903694802.
- Peeters, E.T.H.M., H.J. de Lange, M.A.A. de la Haye, A.J.G. Reeze & J.F. Postma (2012). KRW-maatlat macrofauna voor zoet getijdenwater (R8). Hoofdrapport. Ecofide rapportnummer 43a.
- Peters, B. (2023). Telemetric study on the migration of female silver eels in the River Rhine cohort 2022. Rapportnummer 20231292/01. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Peters, B., M. Kooiman & S.M.A. Ploegaert (2022). Samen voor de Aal; Kruisnetmonitoring Zuid - Holland 2015-2022. Projectnummer 2021.077-2022. Stichting RAVON, Nijmegen.
- Postma, J.F. & C.M. Keijzers (2021). Dreissena dichtheid in het Haringvliet in 2020-2021. Ecofide, Epe. Projectnummer: 148.
- Reeze, B., A. van Winden, J. Postma, R. Pot, J. Hop & W. Liefveld (2017). Watersysteemrapportage Rijntakken 1990-2015. Ontwikkelingen waterkwaliteit en ecologie. Bart Reeze Water & Ecologie, Harderwijk.
- Reeze, B., W. Liefveld, J. Postma, H. Barneveld, N. van Kessel, H. van der Jagt, T. Smit, H. Coops & D. Tjabbes - Van der Gaag (2020). Watersysteemrapportage Maas. Antea Group, s.l. projectnummer 0434242.100. 11 februari 2020.
- Reeze, B., M.A.A. de la Haye, F. Arts, T.J. Boudewijn, H.A. van der Jagt, N. Van Kessel, G.L. Verweij & C. Wegman (2020). Nulrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren Kierbesluit'. Bureau Waardenburg, Culemborg. Pp. 157. <https://edepot.wur.nl/580242>
- Reeze, B., M.A.A. de la Haye, H.A. 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. Pp. 54. <https://edepot.wur.nl/580240>
- Reeze, B., M.A.A. de la Haye, H.A. van der Jagt & G.L. Verweij (2023). Vervolgrapportage ecologische toestand Haringvliet en Voordelta 'Lerend implementeren kierbesluit', 2021. Rapport 23-333. Waardenburg Ecology, Culemborg. Pp. 63. <https://edepot.wur.nl/660266>
- Reitsma, J.M., J. Zwerver & W.M. Liefveld (2019). Onderbouwing kwelderareaal O2b wateren. Waterlichamen: Noordzeekanaal, Nieuwe Waterweg, Nieuwe Maas, Haringvliet-West. Bureau Waardenburg Rapportnr.19-276. Bureau Waardenburg, Culemborg, pp. 33.
- Rijkswaterstaat (2000). Besluit beheer Haringvlietsluizen. Nota nr. HK/AW 2000/8178.
- Rijkswaterstaat (2023). Factsheet_OW_80_Ministerie_van_Infrastructuur_en_Milieu_Rijkswaterstaat_v6, 2023-09-20.
- Rutjes, P. (2023). Actieve monitoring Haringvliet 2022. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ. Kenmerk: 20220899.
- Soesbergen, M. (2022). Mesozoöplankton in het Haringvliet 2021: monitoring van De Kier. Rijkswaterstaat CIV Hydrobiologisch Laboratorium Rapportnummer BM 21.23.
- Soesbergen, M. (2021). Mesozoöplankton in het Haringvliet 2019-2020 monitoring van De Kier. Rapportnummer BM 21.02. Rijkswaterstaat CIV Hydrobiologisch Laboratorium.



- Soesbergen, M. & Jonker, D. (2023). Mesozoöplankton in het Haringvliet 2022. Rijkswaterstaat WNZ.
- Stone, K. (2020). Data-analyse Kierproef Haringvliet. Rijkswaterstaat West Nederland-Zuid, Tactisch team Lerend Implementeren Kierbesluit, S.I. Concept d.d. 30 april 2020, v1. 57 pp.
- Stone, K. (2021). Eerste resultaten onderzoeken Kierproeven, periode november 2018 - mei 2020. Rijkswaterstaat West Nederland-Zuid, programma Implementatie Kierbesluit. S.I. Versie 1.0, 12 november 2021 (status definitief).
- Topcu, H.D. & U.H. Brockmann (2015). Seasonal oxygen depletion in the North Sea, a review. *Marine pollution Bulletin* 99 (1-2): 5-27.
- Tulp, I., T.C. Prins, J.A.M. Craeymeersch, S. IJff & M.T. van der Sluis (2018). Syntheserapport PMR NCV, pp. 283.
- Van Bemmelen, R.S.A., J.W. de Jong, F.A. Arts, D. Beuker, B.W.R. Engels, M.S.J. Hoekstein, Y. van der Horst, K. Kuiper, J. Leemans, M. Sluiter, K.D. van Straalen, P.A. Wolf & R.C. Fijn (2023). Verspreiding, abundantie en trends van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat in 2022-2023. RWS-Centrale Informatievoorziening BM 23.32. Waardenburg Ecology Rapportnr. 23-443. Waardenburg Ecology & Deltamilieu Projecten, Culemborg.
- Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers, F.C.J. van Herpen & L.L.J. van Nieuwerburgh (eds.), (2018). Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn water 2021-2027. Stowa rapport 2018-49.
- Van der Ven, M.W.P.M. (2018). Actieve monitoring Haringvliet, nul-situatie Kier, datarapport. Rapport 20180260/01. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Van der Ven, M.W.P.M. (2019). Actieve monitoring Haringvliet, onder invoering Kierbesluit, datarapport. Rapport 20190012/01. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Van der Ven, M.W.P.M. (2020a). Actieve monitoring Haringvliet 2020. Rapport 20191110. ATKB, Waardenburg. I.o.v. Rijkswaterstaat WNZ.
- Van de Ven, M.W.P.M. (2020b). Monitoring van de intrek van vis via de Kier in de Haringvlietdam. Stellendam Voorjaar 2020. ATKB, Middelharnis. Rapportnummer: 20190052/01.
- Van de Ven, M. (2021a). Telemetric study on the migration of female silver eels in the river Rhine, cohorts 2018 and 2019. ATKB rapportnr. 20191133/01 d.d. 12/08/2021 (final concept).
- Van de Ven, M. (2021b). Telemetric study on the migration of salmon smolts in the river Rhine, cohorts 2018-2020. ATKB rapportnr. 20191133/02 d.d. 12/08/2021.
- Verweij, G.L. & C.A. Bultstra (2023). Planktonontwikkeling De Kier. Effectrapportage 2018-2022. Rapport 23-0291. Waardenburg Ecology, Culemborg.
- Vriese, F. (2021). Vangen en merken van zalm, zeeforel, houting en zee prik 2020-2021. ATKB rapportnr. 20190214/rap01. Waardenburg: ATKB.
- Vriese, F.T., J. Hop & W. de Bruijne (2015). Eindrapport testfase project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk. ARCADIS Nederland BV. C01021.200821.; p.106.
- Vriese, F.T. (2016). Actieve monitoring Haringvliet 2016, 0-situatie Kier. ATKB-rapportnummer: 20160563/01.
- Vriese, F.T. (2022). Intrek salmoniden Haringvliet in relatie tot hefhoogte sluisdeuren. ATKB-projectnr: 20221059, pp. 18.
- Vriese, F.T. (2024). Presentatie kennisbijeenkomst vis 6 juni 2024.



Bijlage I Samenvatting bevindingen

kennisbijeenkomst vis 6 juni 2024

Uit: Claus *et al.*, 2024

Thema 1: Totaalbeeld resultaten visonderzoeken, vragen die het oproept en mogelijke antwoorden.

- Het Haringvliet is een zoet waterlichaam, heroverwegen KRW-watertype.
- Er is geen zoet-zout overgang in het Haringvliet, waardoor het voor estuariene soorten niet aantrekkelijk is.
- Vis maakt gebruik van de kier, het kierbesluit draagt dus positief bij aan vismigratie tussen het Haringvliet en de Voordelta, voor zowel sterke als zwakke zwemmers.
- Predatie is hoog aan de zeezijde (zeehonden) dat kan mogelijk worden verminderd, door de barrièrewerking zoveel mogelijk te beperken. Mogelijk door steeds met andere deuren te spuien en te kieren?
- Jaarvariaties in visgegevens zijn groot en lijken vooral gestuurd door afvoer en droogte.
- Jaarvariaties zorgen voor fluctuaties in resultaten, het is belangrijk om landelijke trends en een lange tijdsperiode in het oog te houden bij het interpreteren van de resultaten. Dit hangt direct samen met het laten doorlopen van de monitoring van de verschillende onderwerpen bij het Haringvliet, voor een meer betrouwbaar beeld.
- Menselijke invloeden over tijd moeten ook worden meegenomen in de beoordeling (visserij, chemische belasting, recreatie, etc.).
- Er is niet echt een overgangszone (estuarium). De Voordelta is een behoorlijk dode boel, weinig soorten kunnen zich handhaven, wat ook de voedselbeschikbaarheid voor bijvoorbeeld vis beperkt.
- Er wordt dusdanig veel meer water naar buiten gespuid, dat het kieren geen/nauwelijks effect heeft op het aanwezige habitat in het Haringvliet.

Thema 2: Verkenning mogelijke maatregelen ter verbetering van de werking van de Kier voor vis.

- 's Nachts kieren.
- Kieren met meer sluizen tegelijkertijd verdeeld over de dam en alterneren tussen deuren.
- Kieren meer laten corresponderen met de migratieperioden van specifieke soorten.
- Habitat verbeteren in zowel het Haringvliet als de Voordelta, om het habitat meer overeen laten komen met een natuurlijke monding (o.a. voor geschiktheid voor juveniele vis, paai en schuilmogelijkheden). Meer structuur, minder steen, meer ondiepe zones, meer water/oeverplanten.
- Ook kieren en spuien bij lage afvoeren.
- Extra, permanente migratievoorzieningen aanbrengen, zoals een vismigratierivier of vispassages, rinkettes aanbrengen in de deuren van de Haringvlietdam.
- Aanpakken van de zoet-zout gradiënt, zodat de uitwisseling in het Haringvliet en/of Voordelta beter verloopt i.p.v. de huidige, nog steeds harde scheiding.
- Hydrologie aanpassen of morfologie veranderen door drempels te plaatsen in diepe geulen in het Haringvliet.



- Bij de Nieuwe Waterweg inzetten op habitattherstel en in het Haringvliet op optimalisatie van migratie mogelijkheden.
- Visserijvrije zone vergroten.
- In het oog houden dat bij meer maatregelen de bijdrage van individuele maatregelen lastig te onderscheiden is. Daar staat wel tegenover dat het totale doel gelijk blijft.

Thema 3: Verkenning kennishiaten en benodigd vervolgonderzoek

- Ook denken vanuit de Voordelta, wat is het belang van zoetwater voor de Voordelta?
- Onderzoek naar verschillende kiernmomenten met verschillende deuren.
- Wat is de rol van de zout- en visriolen voor vis?
- Het habitatgebruik van vissoorten zou beter onderzocht moeten worden, om zo verbetering van habitat in de Voordelta en het Haringvliet te kunnen realiseren.
- Populatie dynamica van vis op grotere schaal en lokaal onderzoeken.
- Vergelijking tussen het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg voortzetten. Wat gebeurt er als er meer water via het Haringvliet gaat? Wat gebeurt er als het Haringvliet juist dicht wordt gezet? Waar komt het water dat in het Haringvliet komt daadwerkelijk vandaan? Wat is het aanbod bij de Nieuwe Waterweg en hoeveel kan via het Haringvliet komen? Hoe kan de Nieuwe Waterweg geoptimaliseerd worden (langsdammen, etc.).
- Wat is het effect van de barrièrewerking op de conditie van vis?
- Wat is de relatie tussen vismigratie en de hydromorfologie bij de Haringvlietdam?
- Wat zijn de effecten van predatie op vis bij de Haringvlietdam?
- Innovatieve monitoringsmethoden inzetten, nieuwe vangst technieken.
- Ook inzetten op alternatieve routes, Zuiderdiep, Oude Maas en Nieuwe Waterweg.
- Wat kan er nog uit de bestaande data worden gehaald? Of juist verder kijken?
- Waar liggen de huidige knelpunten voor vismigratie? Waar is nog iets te winnen?
- Wat is het belang van zoetwater in de Voordelta?