



Eindrapportage 0-monitoring Vismigratierivier Afsluitdijk

Een bureaustudie van bestaande onderzoeken voorafgaand aan de bouw van de Vismigratierivier Afsluitdijk

Auteur(s): A.B. Griffioen en H.V. Winter

Wageningen University &
Research rapport C006/19

Eindrapportage 0-monitoring Vismigratierivier Afsluitdijk

Een bureaustudie van bestaande onderzoeken voorafgaand aan de bouw van de
Vismigratierivier Afsluitdijk

Auteur(s): A.B. Griffioen en H.V. Winter

Wageningen Marine Research
IJmuiden, januari 2019

VERTROUWELIJK nee

Wageningen Marine Research rapport C006/19

Keywords: Vismigratie Rivier, trekvis, intrek, passage-efficiëntie

Opdrachtgever: Provincie Fryslân
T.a.v. E. Sibelt
Postbus 20120
8900 HM Leeuwarden

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/469523>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigt door Dr. M.C.Th.
Scholten, Algemeen directeur

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

Inhoud

1	Inleiding	4
2	Doelstelling	5
3	Bronnen	6
	3.1 Vooronderzoeken VMR	6
	3.2 WOT monitoring Waddenzee en IJsselmeer	6
4	Kennisschets vissoorten	10
	4.1 Herstel van vispopulaties op populatie niveau	10
	4.2 Passage-effectiviteit en gedrag	13
	4.3 Europese steur	15
	4.4 Atlantische zalm	16
	4.5 Europese Aal	19
	4.6 Zeeforel	25
	4.7 Fint	29
	4.8 Elft	32
	4.9 Houting	33
	4.10 Zeeprik	36
	4.11 Rivierprik	38
	4.12 Driedoornige stekelbaars	41
	4.13 Spiering	45
	4.14 Bot	49
	4.15 Haring/sprot	52
5	Biomassa stekelbaars en spiering	55
6	'LIFE baseline'	57
	Concluderende samenvatting	58
7	Kwaliteitsborging	61
	Literatuur	62

1 Inleiding

De sluiting van de 32 km lange Afsluitdijk in 1932 heeft grote gevolgen gehad voor de migratie van vis tussen de Zuiderzee en de aangrenzende rivieren. Waar eerst een natuurlijke overgang bestond van zoet en zout water, is een harde scheiding tussen het IJsselmeer en de Waddenzee ontstaan. Jaarlijks bieden zich, afhankelijk van de soort, enkele tientallen tot honderden miljoenen vissen aan bij het spuicomplex bij Kornwerderzand (Griffioen et al. 2014a). Deze vissen willen zoetwater bereiken en het IJsselmeer intrekken richting paai- of opgroeigebieden, maar de Afsluitdijk vormt een barrière en veroorzaakt daarmee vertraging en / of blokkering tijdens de intrek naar zoet water.

Om deze reden zijn er plannen om de Vismigratierivier Afsluitdijk (VMR) te bouwen naast het spuicomplex te Kornwerderzand met als doel om de ecologische barrière die de Afsluitdijk voor trekvis vormt te verminderen. Het doel van de VMR is om zoveel mogelijk aan te sluiten bij het natuurlijke migratiegedrag van diadrome vis en daarmee een grote efficiëntie van intrek te behalen. Zo zorgt de VMR middels het ontwerp ervoor dat voor een deel een natuurlijke getijdencyclus wordt gecreëerd en vissen met het opkomende water richting het IJsselmeer kunnen zwemmen (Winter et al. 2014a). De VMR is een uniek project om het Nederlandse icoon "de Afsluitdijk" te vernieuwen. De VMR zorgt ervoor dat een brede groep trekvis, zoals spiering, houting, aal (paling) en zalm, weer de ruimte krijgt om hun paai-, leef- en opgroeigebieden in het IJsselmeer, de Friese Meren, de Overijsselse Vecht, de IJssel en verder stroomopwaarts te bereiken.

Inmiddels zijn er gedetailleerde ontwerpen voor de VMR en is de verwachting dat in 2019 - 2020 gestart wordt met de bouw van de VMR. Voorafgaand aan deze ontwerpen zijn er diverse veldonderzoeken verricht om cruciale vismigratieprocessen te onderzoeken. Zo is het voor de constructie en de positionering van de ingang van de VMR van belang dat deze aansluit bij het gedrag van vissen die daar lokaal aanwezig zijn. Het is tevens van belang voor het beheer van de VMR om te weten wanneer vissen in de getijdencyclus het meest aanwezig zijn en daarnaast bepaalt de ruimtelijke verspreiding en seizoensdynamiek van het voorkomen van diadrome vissen in de spuikom het succes van de intrek van vis via de VMR. Tenslotte was het belangrijk te weten in hoeverre de aanwezigheid van vis wordt beïnvloed door het dagelijks spuien van grote hoeveelheden zoetwater in de Waddenzee. Deze rapportage geeft een synthese van de meest relevante en meeste recente veldonderzoeken die zijn gedaan voor (trek)vis. Het betreft voornamelijk een actualisatie van het bronnenonderzoek (Winter et al. 2014a), de veldonderzoeken in 2014 (Griffioen et al. 2014b) en een weergave van de meeste recente veldonderzoeken (van de Ven 2018).

Samenvattende tabellen worden aan het einde van het rapport gegeven en gelden tevens als samenvatting van deze rapportage.

2 Doelstelling

Het doelstelling van de deze bureaustudie is het opstellen van een beschrijving van de huidige situatie van vismigratie via het sluizencomplex Kornwerderzand voor trekvis (0-meting per doelsoort) met het oog op de aanleg van de Vismigratierivier Afsluitdijk (en in het kader van LIFE+-verplichtingen). Hierbij worden de volgende doelstellingen en deelvragen in deze rapportage behandeld

- Een synthese van beschikbare kennis (deskstudie) van de volgende doelsoorten: Europese steur, Atlantische zalm, zeeforel, fint, elft, houting, zeeprík, rivierprík, driedoornige stekelbaars, spiering, aal, bot en haring/sprot.
- Op basis van eerder verschenen overkoepelende rapportages uit 2013 en 2014 (Griffioen et al. 2014b, Winter et al. 2014a), en nieuwe gegevens nadien (Van der Ven 2018, monitoring data Wageningen Marine Research) worden de volgende deelvragen per doelsoort voor de huidige situatie (0-meting) behandeld:
 - Wat is de populatie ontwikkeling in relevante gebieden aan weerszijden van de Afsluitdijk (varieert per doelsoort)?
 - Wat is het aanbod bij Kornwerderzand?
 - Wat is de intrek efficiëntie van het sluizencomplex Kornwerderzand?
 - Welke verblijftijd (vertraging) treedt op aan de Waddenzeezijde van Kornwerderzand?
- Voor een relatie met foeragerende vogels¹ is een inschatting van de populatieomvang (biomassa) van prooivissoorten driedoornige stekelbaars en spiering in het IJsselmeer opgesteld. Dit wordt gegeven met behulp van bestaande rapporten en gegevens.

¹ Een beschrijving van mogelijke rol van visintrek en beschikbaarheid prooivis voor vogels maakt geen onderdeel uit van deze rapportage. De rapportage levert input aan een rapportage verplichting voor de opdrachtgever aan LIFE+

3 Bronnen

3.1 Vooronderzoeken VMR

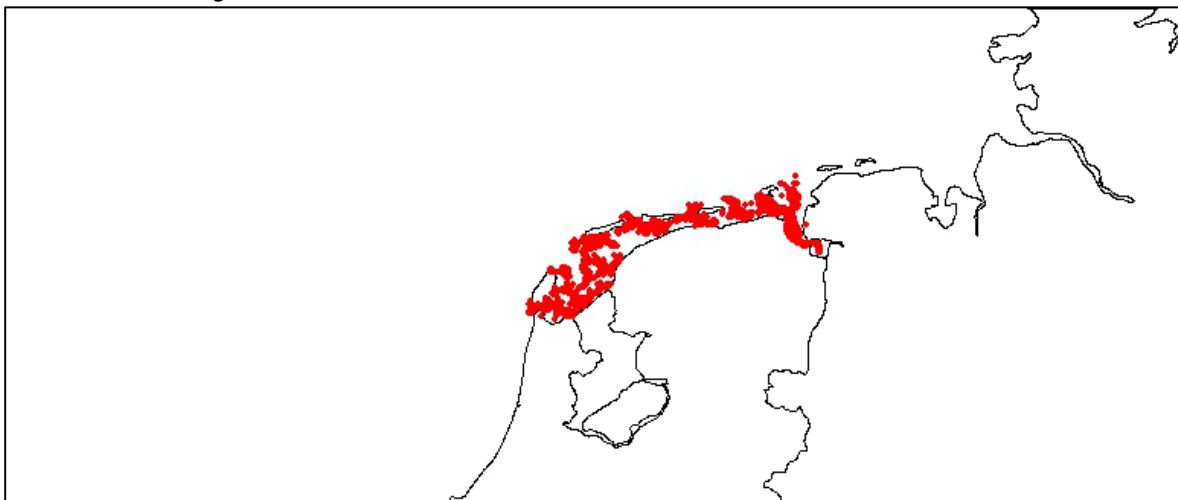
Sinds het najaar van 2013 zijn in het kader de VMR diverse veldonderzoeken en bureaustudies uitgevoerd (Calles et al. 2014, Griffioen 2014, Griffioen and Winter 2014a, b, Griffioen et al. 2014a, Griffioen et al. 2014b, Winter et al. 2014a, Griffioen and Winter 2017a). Tevens zijn er twee rapportages geschreven in het kader van het veldonderzoek voor het visvriendelijk spuisluisbeheer (ARCADIS 2015, van de Ven 2018), waarvan de laatste in conceptvorm beschikbaar is gesteld voor het opstellen van deze rapportage. Verder zijn voorkeursvarianten van de instelling van visvriendelijk spuisluisbeheer beschreven (Vriese 2014). Daarnaast is er een hydraulische studie gedaan naar het ontwerp van de VMR (van Banning et al. 2017). Binnen deze rapportage is geput uit deze rapportage indien relevant. Naast deze rapportages is ook bestaande data gebruikt voor een weergaven van de meest recente vangst gegevens van de gekozen doelsoorten (zie doelstelling).

3.2 WOT monitoring Waddenzee en IJsselmeer

In deze rapportage worden diverse surveys in het kader van Wettelijke Onderzoek Taken (WOT) gepresenteerd met vangstgegevens. Deze rapportage geeft alleen vangstgegevens weer door een jaarlijks gemiddelde Catch Per Unit Effort (CPUE) te presenteren. Hierdoor zijn jaarlijkse vangsten zichtbaar per programma. Er heeft geen analyse plaatsgevonden op de data in de vorm van statistische analyse.

Boomkor Waddenzee: Demersal Fish Survey (DFS)²

Ieder najaar wordt in de kinderkamers van tong en schol de Demersal Fish Survey (DFS) uitgevoerd langs de kust van Nederland (Figuur 3-1). Het doel van de survey is het schatten van de hoeveelheid jonge schol, tong, garnalen en niet-commerciële bodemvisbestanden. Er wordt gevist in het najaar met een 3 meter kor op de Waddenzee. In deze rapportage wordt alleen de data van de Waddenzee en de Eems-Dollard meegenomen.

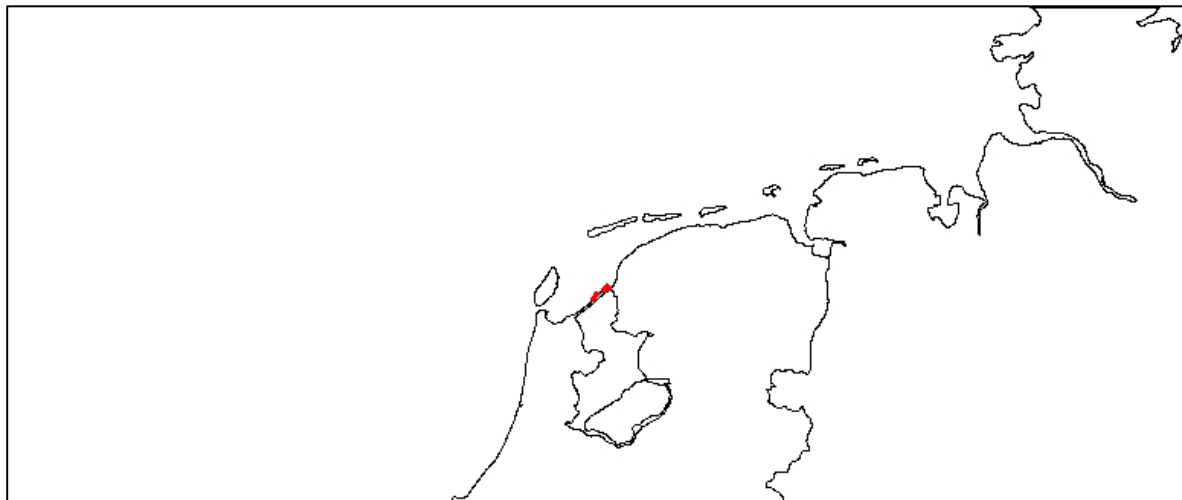


Figuur 3-1 Locaties van selectie van DFS-data (1989-2017) welke is opgenomen in deze rapportage.

² <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Wettelijke-Onderzoekstaken/Centrum-voor-Visserijonderzoek-1/Onderzoek/Bestandsopnamen-op-zee-1/Platvis-surveys/Demersal-Fish-Survey-DFS.htm>

*Fuikenmonitoring Kornwerderzand*³

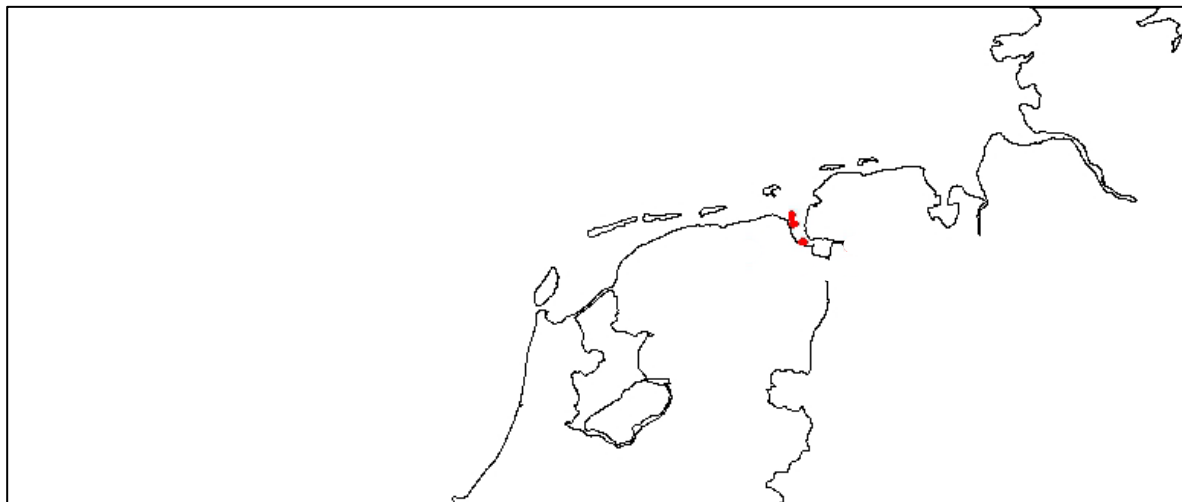
Sinds 2000 (pilot jaar) wordt er jaarlijks gevist met 7 fuiken: 2 langs de Afsluitdijk en 5 in de spuikom van Kornwerderzand (Figuur 3-2). Dit gebeurt jaarlijks in de maanden april – juni en september – november. In 2013 (december) en 2014 (maart) is er langer gevist en met meer fuiken (Griffioen 2014, Griffioen et al. 2014b).



Figuur 3-2 Locaties van fuiken monitoring-data (2000-2017) welke is opgenomen in deze rapportage.

Eems Ankerkuilvisserij

De Ankerkuilvisserij in de Eems is een samenwerking tussen Nederland en Duitsland in het kader van de MWTL-monitoring onder meer ten behoeve van de Kader Richtlijn Water. Er wordt gevist met een ankerkuil bij Spijk, Oterdum en Terborg (Figuur 3-3) in zowel het voorjaar (mei) als het najaar (eind september) (Kopetsch and Scholle 2017).

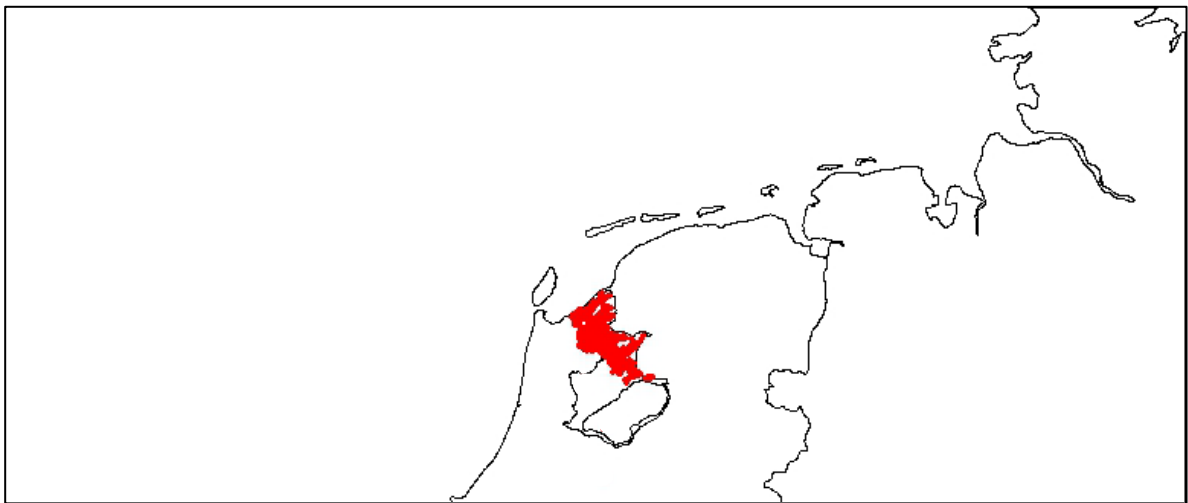


Figuur 3-3 Locaties van de Eems Ankerkuil Visserij (2007-2017) welke is opgenomen in deze rapportage.

³ <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Wettelijke-Onderzoekstaken/Centrum-voor-Visserijonderzoek-1/Onderzoek/Binnenwateren/Registratie-migrerende-en-diadrome-vis-IJsselmeer.htm>

Boomkor IJsselmeer: Open water monitoring⁴

Sinds 1966 wordt de visstand van het IJsselmeer (en het Markermeer) jaarlijks met het onderzoeksschip 'Stern' bemonsterd. De veranderingen in de visstand worden hiermee in beeld gebracht. De resultaten worden gebruikt bij de beoordeling en advisering van de visserij op bijvoorbeeld aal, spiering, baars en snoekbaars, brasem en blankvoorn. Maar bijvoorbeeld ook bij studies naar de effecten van waterbeheer en/of visserij op de visstand. In deze rapportage zijn voor het IJsselmeer alleen gegevens vanaf 1989 meegenomen (Figuur 3-4). In 1989 zijn de methoden voor deze monitoring gestandaardiseerd. Dit betekent dat er sindsdien elk jaar op dezelfde manier en op dezelfde plekken gevist wordt. De locaties zijn zo gekozen dat we zowel een beeld krijgen van de visstand in het IJsselmeer als in het Markermeer. Er werden twee verschillende vistuigen (sleepnetten) gebruikt, namelijk een grote kuil en een elektrokor. Sinds 2013 is de grote kuil niet meer in gebruik en wordt met een verhoogde 4 meter boomkor gevist. Met deze netten wordt van de meeste soorten, met uitzondering van aal en kleine soorten zoals spiering, pos en stekelbaars, vooral jonge vis gevangen. Met de verhoogde boomkor worden jaarlijks 29 trekken op het IJsselmeer en 14 trekken op het Markermeer gedaan, verspreid over 25 locaties. Met de elektrokor worden 20 trekken op het IJsselmeer en 10 trekken op het Markermeer gedaan.



Figuur 3-4 Locaties van de open water monitoring IJsselmeer (1989-2017) welke is opgenomen in deze rapportage. De gehele monitoring loopt vanaf 1966, maar is vanaf 1989 gestandaardiseerd.

⁴ <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Wettelijke-Onderzoekstaken/Centrum-voor-Visserijonderzoek-1/Onderzoek/Binnenwateren/Surveys-IJsselmeer-en-Markermeer.htm>

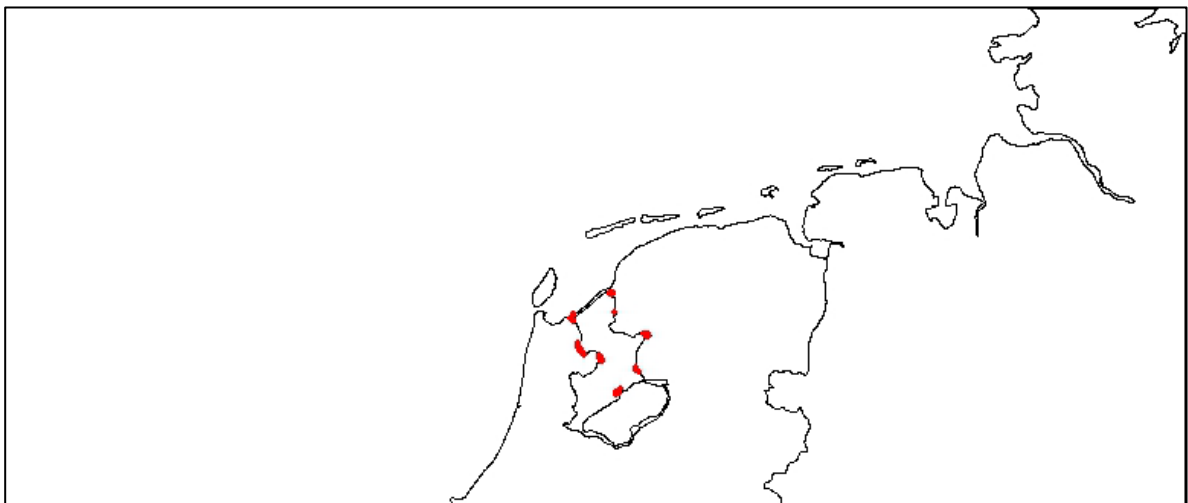
Oeverbemonstering IJsselmeer⁵

Sinds 2007 wordt de "Oeverbemonstering IJsselmeer en Markermeer" uitgevoerd. Er worden zeven verschillende typen oevers onderscheiden die worden bemonsterd, bijvoorbeeld oevers met riet, zandoevers, modderoevers en stenige oevers. Van alle verschillende oevertypen worden locaties bemonsterd rondom het IJsselmeer en Markermeer om een gebiedsdekkend beeld te krijgen.

De verschillende typen oevers vragen om verschillende visserijmethoden. Zo wordt bij stenige oevers en oevers met riet een elektrovisapparaat ingezet. Hierbij wordt vanuit een boot met een schepnet waarop stroom staat de vis gevangen. Wanneer deze methode zorgvuldig wordt uitgevoerd ondervindt de vis er geen schade van.

Voor de zandige oevers wordt een zegen gebruikt. Deze wordt vanaf de kant het water ingelopen. Een zegen bestaat uit een bovenlijn met drijvers en een met zegenstenen verzwaarde onderlijn, waartussen een net is gespannen. Door het net uit te lopen en vervolgens aan twee kanten het net binnen te trekken kan het net op de oever worden binnengehaald en de ingesloten vis worden verzameld.

In deze rapportage worden alleen gegevens gepresenteerd van het IJsselmeer.



Figuur 3-5 *Locaties van de oeverbemonstering in het IJsselmeer (2007-2017) welke is opgenomen in deze rapportage.*

⁵ <https://www.wur.nl/nl/Onderzoek-Resultaten/Wettelijke-Onderzoekstaken/Centrum-voor-Visserijonderzoek-1/Onderzoek/Binnenwateren/Oeverbemonstering-IJsselmeer-en-Markermeer.htm>

4 Kennisschets vissoorten

4.1 Herstel van vispopulaties op populatie niveau⁶

Het uiteindelijke doel van het verbeteren van vismigratie bij barrières en het herstellen van verbindingen tussen waterlichamen is om vispopulaties te herstellen. Voor de aanleg van de Afsluitdijk was de Zuiderzee een belangrijk opgroei en doortrekgebied voor trekvis. Na de aanleg van de Afsluitdijk in 1932 zijn veel trekvis in aantal achteruitgegaan of zelfs lokaal verdwenen. Over de ontwikkelingen van trekvis in het gebied is afgezien van paling (langlopende glasaalmonitoring bij Den Oever) relatief weinig bekend tot eind jaren negentig van de vorige eeuw. Recentere ontwikkelingen voor trekvis zullen in deze rapportage op een rij worden gezet. De komst van een VMR, visvriendelijk spuisluisbeheer of loze schuttingen zal zeker de migratiemogelijkheden voor trekvis verbeteren, maar dat betekent niet automatisch dat de aantallen trekvis zullen toenemen of herstellen. Als een migratiebarrière de enige negatieve factor is in het herstel van trekvispopulaties, dan zullen de VMR en de andere maatregelen direct bijdragen aan het herstel van aantallen vis. Als er ook andere factoren zijn die het herstel van trekvispopulaties belemmeren, dan zullen die ook aangepakt moeten worden om herstel mogelijk te maken. Het is daarom van belang om van de doelsoorten inzichtelijk te hebben op welk niveau herstel plaats zou moeten vinden: lokaal, regionaal of internationaal (Figuur 4-1). De schaal van habitatgebruik verschilt per soort en kan ook verschillen in welk stadium een soort zich bevindt: mariene fase of zoetwaterfase.

Populaties van trekvis die hoofdzakelijk op lokale schaal actief zijn aan zowel de zeezijde (westelijke Waddenzee) als de zoetwaterzijde (IJsselmeer), zijn bijvoorbeeld driedoornige stekelbaars en spiering. Voor beide soorten geldt tevens dat er ook een niet-migrerende populatie is op het IJsselmeer.

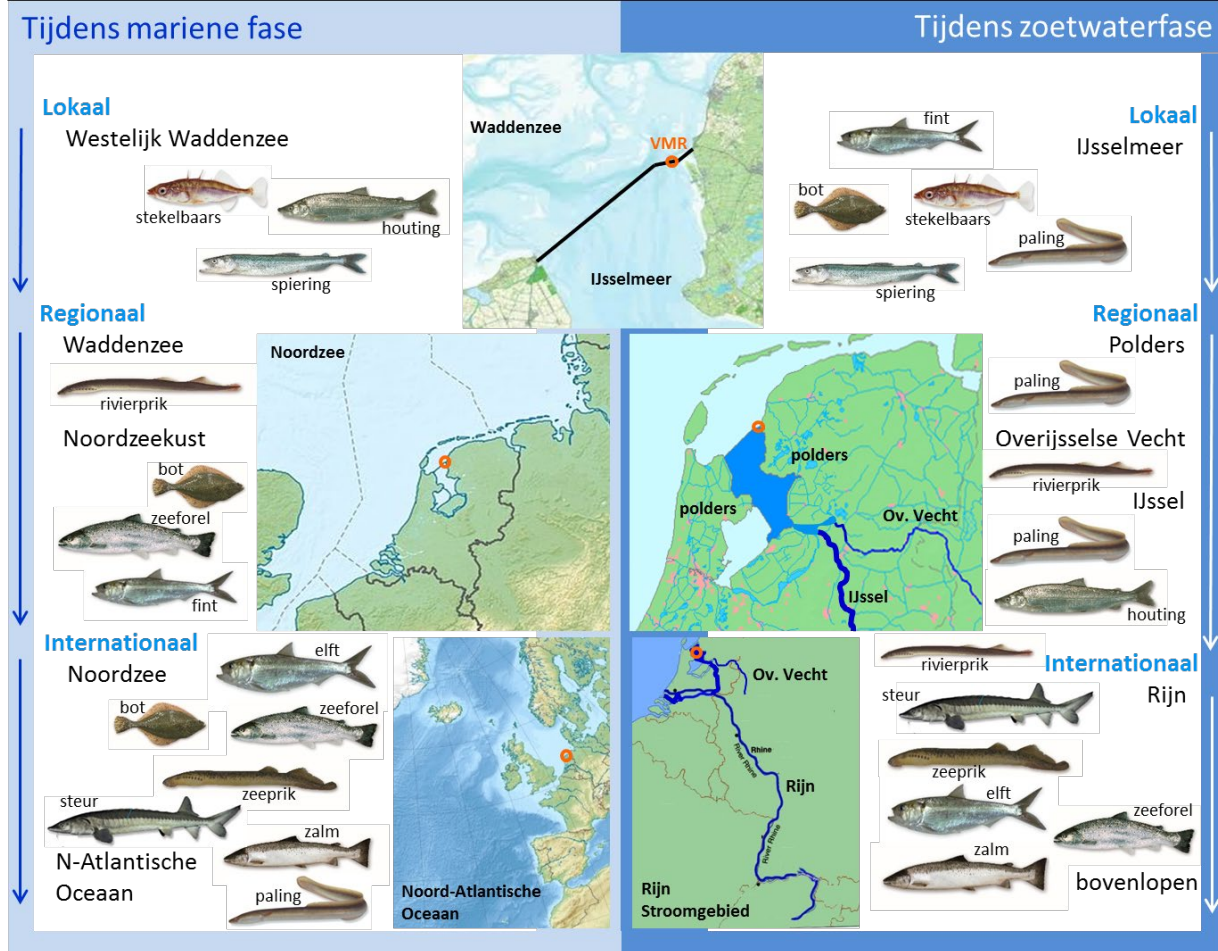
Andere soorten zoals de Atlantische zalm, zijn op veel grotere schaal actief aan beide zijden. Deze vis migreren naar de noordatlantische oceaan om te foerageren en aan de zoetwaterzijde migreren ze naar de zijtakken van de Rijn in Duitsland, Frankrijk en zelfs Zwitserland. Er zijn ook populaties die op regionale schaal actief zijn zoals de rivierprik die de Vecht en de IJssel kunnen benutten om te paaien. De juveniele migreren, na metamorfose, richting de kustwateren zoals de Waddenzee en de Noordzee.

De schaal waarop het mariene habitat wordt benut in vergelijking met het zoetwaterhabitat verschilt ook enorm. Zo zwemt een volwassen Europese aal (schieraal) meer dan 6000 km naar de Sargassozee in de Noord Westelijke Atlantische oceaan om te paaien, terwijl de juveniele aal (glasaal) voornamelijk in de benedenlopen blijven.

De effecten van de VMR zijn niet alleen afhankelijk van verbeterde migratie en de schaal waarop de gebieden worden benut, maar is ook sterk afhankelijk van de populatiestructuur en de uitwisseling van populaties. Voor trekvispopulaties die zeer sterk lokaal actief zijn in de Westelijk Waddenzee en het IJsselmeer, zoals spiering (trek-variant) en driedoornige stekelbaars, is een effect van de VMR op de populatiegrootte sterker dan bijvoorbeeld een 'panmictic' soort zoals de Europese aal, bestaande uit één grote gemengde populatie. Een positief effect op de populatiegrootte kan in dat geval alleen als er simultaan maatregelen worden getroffen op internationaal niveau. Samenvattend, voor lokale trekvispopulaties (spiering, driedoornige stekelbaars, houting) en populaties die *homing* gedrag vertonen naar hun geboorterivieren (zalm en zeeforel), is het waarschijnlijker dat er een effect waarneembaar is door migratiebevorderende maatregelen in specifieke rivieren. Hoewel de effecten op populatieniveau afhankelijk is van beschreven factoren en verschilt van soort tot soort, is het niet onwaarschijnlijk dat er een direct effect waarneembaar is op het voorkomen van bepaalde soorten als aal en bot in het IJsselmeer door de komst van de VMR of andere migratie-bevorderende maatregelen.

⁶ Hoofdstuk is synthese van (Griffioen and Winter 2017a, Griffioen et al. 2017b)

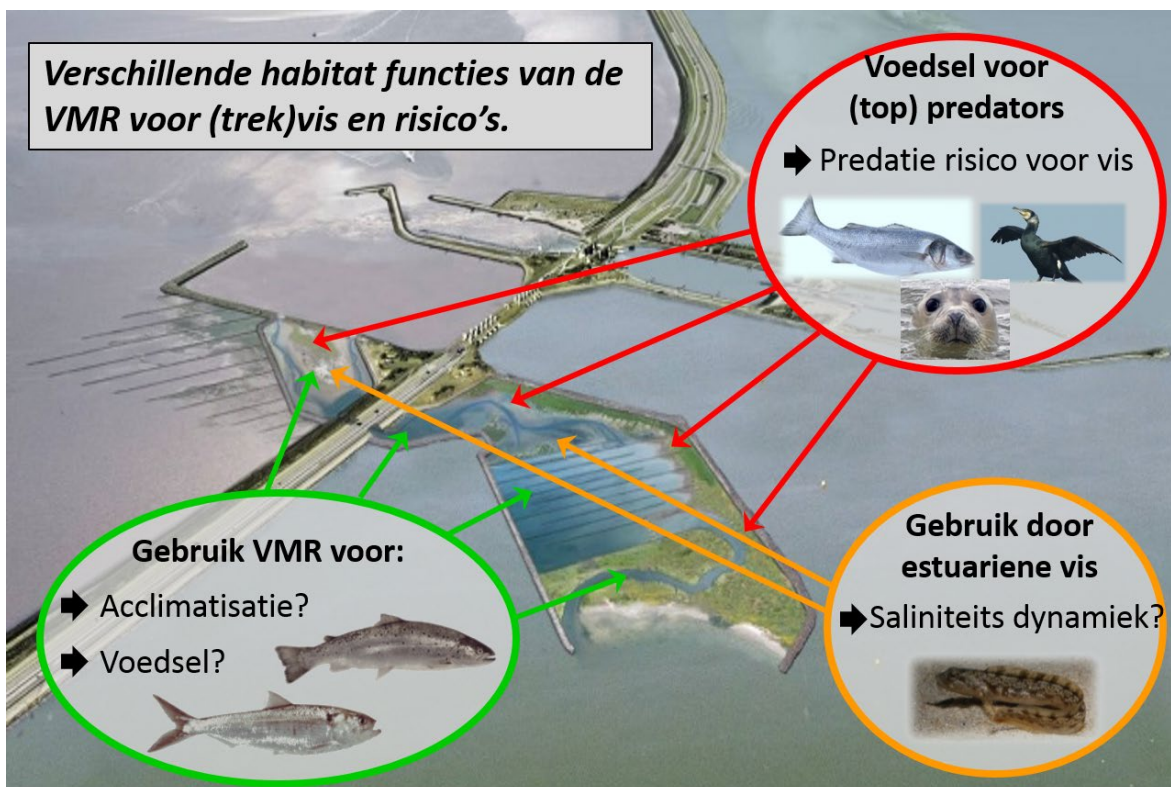
Populaties trekvisser gebruiken verschillende ruimtelijke schalen in zoet en zout



Figuur 4-1 Overzicht van de 'reikwijdte' van de trekvispopulaties waarvoor de Afsluitdijk van belang is: deze kan verschillen van 'lokaal' (westelijke Waddenzee of IJsselmeer), 'regionaal' (Waddenzee of Noordzee kust zone, polders en rivieren) en 'internationaal' (stroomgebied Rijn, Noordzee of Noord Atlantische zee). De figuur laat links de mariene fase zien en rechts de zoetwater fase.

Het belang van een corridorfunctie en het herstellen van een estuarium

De VMR biedt een doorgang, een 'corridor', tussen de Waddenzee en het IJsselmeer (en de verbonden rivieren als IJssel, Vecht, Rijn). Een herstel van een estuarium blijft vooralsnog achterwege en wordt slecht in zeer beperkte mate en op kleine schaal zichtbaar in de VMR zelf. Hierbij is de dynamiek van de saliniteit groot waarbij er een situatie van volledig zoet en in mindere mate zout beschikbaar is (van Banning et al. 2017). Om deze reden is eerder in het monitoringplan voorgesteld om habitatgebruik van diverse soortgroepen te monitoren (Griffioen and Winter 2017a). De habitat functie van de VMR zelf brengt kansen (voedsel, acclimatisatie, en habitatverruiming) en risico's met zich mee (verruiming habitat voor predatoren) afhankelijk van de soort (Figuur 4-2). Het risico van predatie is in de huidige situatie, met een accumulatie van vissen in de spuikom, waarschijnlijk al relatief groot gezien de mate van concentratie en lange verblijftijd. De komst van migratievoorzieningen als de VMR zal naar verwachting deze mate van concentratie en verblijftijd verminderen, en daarmee wellicht ook het predatierisico, al zal de predatiedynamiek in de VMR zelf hier ook bepalend in zijn.



Figuur 4-2 Overzicht van de verschillende mogelijkheden voor habitat gebruik in relatie tot vis (Griffioen and Winter 2017a).

Voor een soort als de Atlantische zalm, zeeprík en rivierprík, moet de nagenoeg volledige populatie tussen zee en rivieren kunnen migreren. Voor deze soorten is de corridorfunctie voor de gehele populatie van groot belang. Voor deze soorten geldt dat het belang van een corridorfunctie van het estuarium zeer hoog is, maar daarentegen is het habitatgebruik van het estuarium nauwelijks van belang (Figuur 4-3 links boven).

Een soort waarbij zowel de corridorfunctie als het habitat in estuaria van belang is, is de fint (Figuur 4-3 rechtsboven). Deze soort stelt zeer hoge eisen aan zowel de corridor-functie (passeerbaarheid) van estuaria als aan de habitatfunctie. De fint gebruikt de getijdedynamiek in een estuarium om succesvol te kunnen paaïen en op te groeien als larve, waarna de jonge en volwassen finten een veel breder spectrum aan kusthabitats kunnen benutten. Met name voor een bijdrage aan de populatie van de fint is daarom meer estuaria herstel nodig dan 'alleen' verbeterde migratiemogelijkheden met een kier of migratierivier.



Figuur 4-3 Weergave van de mate van belang van een estuarium als corridorfunctie (Y-as) en de mate van belang van het estuarium als habitatfunctie (Griffioen et al. 2017b).

Voor een soort als sprot, die hun hele levenscyclus ook in zout water kunnen voltooien maar die wel brakke/zoetere habitats kunnen benutten voor foerageren, zal slechts een (klein) deel van de populatie gebruik maken van de corridor- en habitatfunctie van estuaria (Figuur 4-3 links onder). Ook voor de Atlantische haring geldt een zelfde redenering, maar is bekend dat een deel van de populatie estuaria opzoekt met name in een juveniel stadium. Voor soorten als spiering, driedoornige stekelbaars, houting en bot is zowel een corridor- als een habitatfunctie van het estuarium van belang, maar deze soorten kunnen (ook) op volledig zoete wateren opgroeien en / of paaien. Zowel de corridor- als de habitatfunctie van een estuarium is van belang voor de populatie maar niet in die mate als voor een fint. Dit zal per soort verder worden uitgewerkt. De Europese steur en de elft benutten in verschillende levensstadia het estuarium. Enerzijds als corridor (volwassen) of als juveniele of subadult. Voor de aal en de (zee)forel is de corridorfunctie van belang, maar minder sterk als dat voor de zalm. De forel kan zich afhankelijk van de omgevingsomstandigheden en gerealiseerde groei ontwikkelen tot zowel een trekkende variant ('zeeforel') of als standvis ('beekforel'). Hierdoor blijft een deel van de populatie gedurende hun gehele levenscyclus bovenstrooms en kan zodoende altijd een deel van de populatie 'waarborgen' zonder dat hier succesvol optrekkende zeeforel voor nodig is. Door deels succesvol als zeeforel te migreren tussen rivier en zee kan de populatie-omvang wel veel groter zijn. Zalm daarentegen, moet allemaal, op een klein percentage (<10%) van de mannetjes die bij kleine lengte volwassen worden en als zogenaamde 'sneakers' meedoen aan het paaiproces, naar zee migreren en is daarmee voor zijn voorkomen volkomen afhankelijk van goede migratiemogelijkheden tussen zoet en zee. Paling kan zowel op zoet als zout water opgroeien en dus ook in het estuarium. Echter, de populatie als geheel is niet afhankelijk van het estuarium als habitatfunctie.

Aangezien de VMR met name de corridorfunctie sterk zal verbeteren, is de verwachting dat de soorten weergegeven in het linker en links midden gedeelte van Figuur 4-3 het meest zullen profiteren van de de VMR en andere migratievoorzieningen. Daarentegen zal een kritische soort (fint) rechtsboven in de grafiek niet (volledig) profiteren omdat de estuariene dynamiek niet is hersteld op grotere schaal. Deze zullen hoogstens gebruik maken van de VMR om te foerageren.

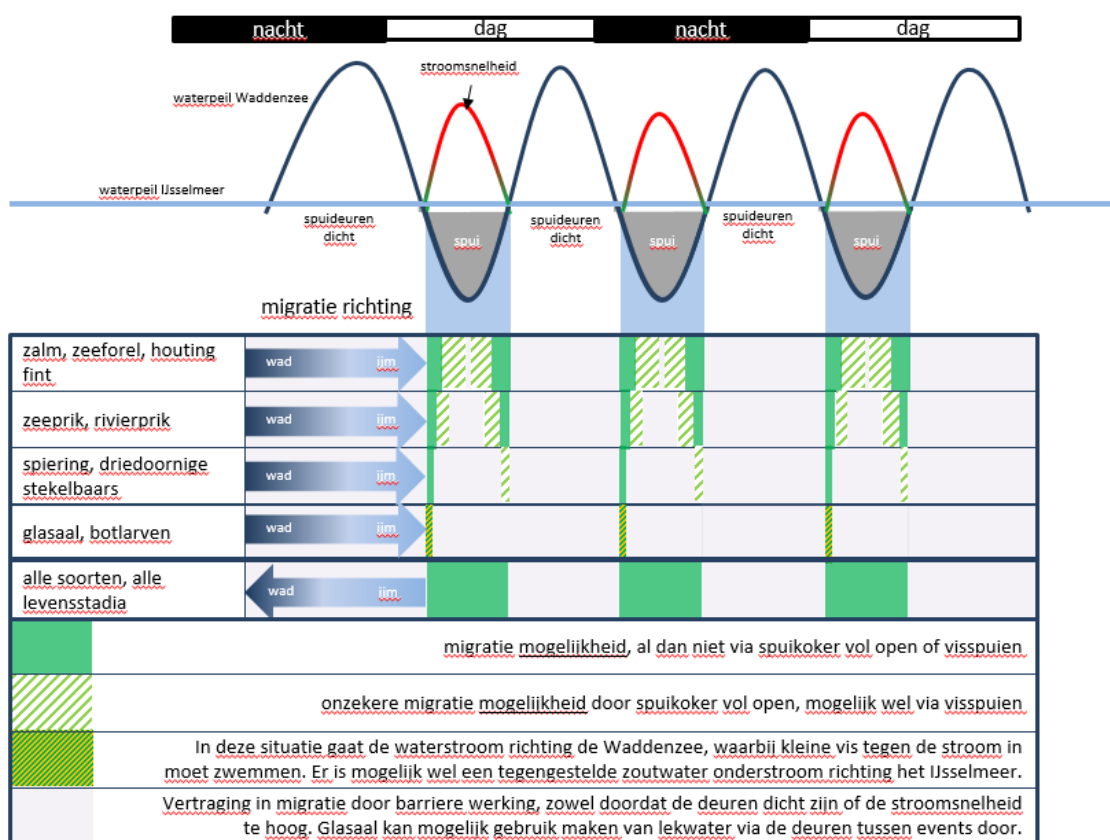
In de volgende paragrafen wordt een prognose per soort gegeven voor de gestelde doelsoorten. Per soort wordt een korte ecologische kenschets gegeven met typerende kenmerken. Per soort zijn de volgende aspecten opgenomen om de vraagstelling te beantwoorden: (1) *Aantalsinschatting en trend/populatie omvang* (2) *Huidige passage-efficiëntie* en (3) *Verblijftijd/vertraging*.

De informatie is grotendeels geput uit een literatuur en bronnenonderzoek voor de vismigratierivier welke is uitgevoerd door WMR (Winter et al. 2014a), veldonderzoeken voor de VMR (Griffioen et al. 2014b, ARCADIS 2015, van de Ven 2018) en rapportage voor 'de Kier' die grote gelijkenissen heeft met deze rapportage (Griffioen et al. 2017b). Tevens wordt er gebruik gemaakt van bestaande data en rapporten in het kader van WOT onderzoek in het IJsselmeer en Waddenzee (Keeken et al. 2016).

4.2 Passage-effectiviteit en gedrag

Bij Kornwerderzand zijn meerdere telemetrische studies uitgevoerd (Bij de Vaate et al. 2003, Griffioen et al. 2014b). Echter, van de meeste studies zijn de aantallen vissen per soort beperkt. Het passagesucces van zeeforel via de spuisluizen bij Kornwerderzand en Den Oever is getest met het NEDAP systeem van Rijkswaterstaat (Bij de Vaate et al. 2003). Hieruit blijkt dat minimaal 47% van de gemerkte zeeforellen het IJsselmeer wist te bereiken. Het passagesucces van zeeprik is getest op basis van 25 individuen en kwam neer op 16-33% (Griffioen et al. 2014b, Griffioen and Winter 2017a). Ook is er houting gemerkt (n=6) waarvan er 4 het IJsselmeer zijn opgezwommen. Deze vissen waren in het voorjaar gemerkt wat buiten hun paaimigratie periode valt (Winter et al. 2014b), waardoor de passage-effectiviteit in werkelijkheid mogelijk hoger kan liggen. Van de andere soorten is het onbekend wat de huidige passage-effectiviteit is. Zeker voor de kleinere soorten blijft het beperkt tot een schatting op basis van parallelle metingen met diverse netten (Griffioen et al. 2014b, van de Ven 2018).

Tijdens een spuiperiode is het waterhoogteverschil tussen IJsselmeer en Waddenzee laag en daardoor de stroomsnelheid waar vis tegen in moet zwemmen ook laag. Dit waterhoogteverschil neemt met het afgaande tij snel toe en daarmee ook de stroomsnelheid. Tot het laagwater is waarna het waterhoogteverschil weer kleiner wordt en de stroomsnelheid weer steeds lager. Aan het einde van een spuiperiode ('spui-venster') is de stroomsnelheid relatief gering. Grote vis met grotere zwemcapaciteiten kan een groter deel aan het begin en einde van een spuiperiode benutten om de stroomsnelheden te passeren. Hoe kleiner de vis, hoe lager de zwemcapaciteit, hoe korter deze perioden met nog net passeerbare stroomsnelheden is. Voor de allerkleinste vis (jonge bot, glasaal, driedoornige stekelbaars), is de stroomsnelheid bij aanvang en einde van het spuivenster al te hoog. Alleen aan de start van een spuiperiode zijn de verschillen in zoutgehalte relatief groot en is het denkbaar dat er in de onderste zoutere laag (maar weten niet exact hoe deze zich gedraagt) nog passage mogelijkheden om naar binnen te trekken. In het algemeen zijn de migratiemogelijkheden in stroomopwaartse richting kleine vissen afwezig of wellicht beperkt tot de start van een spui-periode (Figuur 4-4). Voor grotere en sterkere soorten worden de mogelijkheden aan het begin en einde van een spuiperiode groter geschat op basis van zwemcapaciteit.



Figuur 4-4 Potentiele migratiemogelijkheden voor trekvis bij de spuisluizen te Kornwerderzand in relatie tot het getij aan de Waddenzeezijde en het waterpeil in het IJsselmeer. (Griffioen et al. 2015).

4.3 Europese steur

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang (Winter et al. 2014a, Griffioen et al. 2017b)

De Europese steur (*Acipenser sturio*) is een anadrome vissoort die voorkwam in de Rijn en in alle grote rivieren van West Europa die in verbinding staan met de Oost Atlantische Oceaan, de Middellandse zee en de Zwarte zee. De Europese steur is een van de meest bedreigde vissoorten ter wereld (Williot 2011). In Europa is nog maar één restpopulatie over: de Gironde-populatie (Houben et al. 2012) in het Gironde-Garonne-Dordogne stroomgebied in Frankrijk en zelfs hier vindt er tegenwoordig slechts sporadisch nog natuurlijke paai plaats. Volwassen steuren leven op zee en trekken in de zomer grote rivieren op om zich voort te planten. De mannetjes zijn geslachtsrijp na circa 12 jaar, de vrouwtjes na circa 15 jaar (Williot et al. 1997, Williot 2011). Subadulten (2-10 jaar) trekken jaarlijks naar en van het estuarium tussen april en september (Williot et al. 1997, Houben et al. 2012). De jonge Europese steuren leven de eerste twee jaren in de rivier (0-2 jaar) en migreren als subadult (2 – 10 jaar) jaarlijks tussen het estuarium en open zee.

De steur is sinds het midden van de jaren '50 van de vorige eeuw in Nederland uitgestorven (De Groot 2002). Van Bemmelen (1866) geeft aan dat de steur in historische tijden relatief veel in de Zuiderzee voorkwam. Recent onderzoek heeft aangetoond dat naast de Europese steur ook de Atlantische steur *Acipenser oxyrinchus* langs de Europese Atlantische, Noordzee- en Oostzee-kusten voorkwam (Thieren et al. 2016), maar dat wordt hier verder niet behandeld (Atlantische steur komt evenals de Europese steur in de 0-meting periode niet voor bij Kornwerderzand en Waddenzee). Tegenwoordige vangsten van steur in Nederland betreffen vrijwel zonder uitzondering exotische steursoorten die van de vijverhandel afkomstig zijn.

In het kader van voorwerk op een eventuele herintroductie in het Rijn stroomgebied van de Europese steur zijn er in 2012 en 2015 experimentele uitzettingen gedaan van in totaal 100 steuren van 3-5 jaar oud. Deze zijn afkomstig uit Franse kweek en werden in Nederland in de Rijn uitgezet op de Waal nabij de grens met Duitsland. Dit project was onderdeel van twee telemetriestudies, uitgevoerd met het Nedap Trail systeem van Rijkswaterstaat en georganiseerd door Stichting ARK, het Wereldnatuurfonds en Sportvisserij Nederland (Brevé et al. 2013). Een groot deel van deze dieren werd gemiddeld een tot twee weken na uitzet gedetecteerd in het havengebied van Rotterdam, waar volgens de auteurs de vissen zich wellicht aanpasten aan het hogere saliniteitsgehalte. In totaal is van 30% van deze steuren bekend dat deze de Noordzee ingezwommen zijn. In 2012 werden zes steuren binnen 1 maand teruggevangen door garnalenkotters, vrij regelmatig verspreid langs de Nederlandse kust. De steuren werden levend vrijgelaten na vangst, echter, dit indiceert wel een grote visserijdruk. Er zijn nog geen waarnemingen van gezenderde steuren die terugkeerden in het Rijnsysteem.

Huidige Passage-efficiëntie

Op dit moment is de Europese steur uitgestorven in Nederland en is het niet mogelijk om een huidige passage-efficiëntie vast te stellen. Bij het ontwerp van de VMR is rekening gehouden met de terugkomst van de steur. Een steur kan men beschouwen als een sterke zwemmer. Andere steursoorten in Roemenië kunnen een zwemsnelheid halen van minimaal 2 m/s (Radu Sucio pers. comm.)

Verblijftijd/vertraging

Op dit moment is de Europese steur uitgestorven in Nederland en is het niet mogelijk om een huidige verblijftijd of vertraging vast te stellen. Observaties van technische werknemers van een waterkrachtcentrale in Roemenië gaven aan dat grote volwassen steuren van meer dan 10 individuen zich kunnen 'ophopen' voor een barrière op locaties waar de afvoer van bijvoorbeeld turbines is gelokaliseerd (Radu Sucio pers. com.).

4.4 Atlantische zalm

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

De levenscyclus van de anadrome zalm begint in de bovenlopen van rivieren, waar de eieren in snelstromende grindrivieren en –beken worden afgezet. Na een opgroefase van één tot drie jaar trekken jonge zalmen (lengte dan gemiddeld 15-20 cm, zogenaamde 'smolts') naar zee. Ze leven één tot enkele jaren op de Atlantische Oceaan waarna de volwassen zalmen in de zomer en het najaar naar hun geboorterivier terugkeren om in de winter te kunnen paaïen.

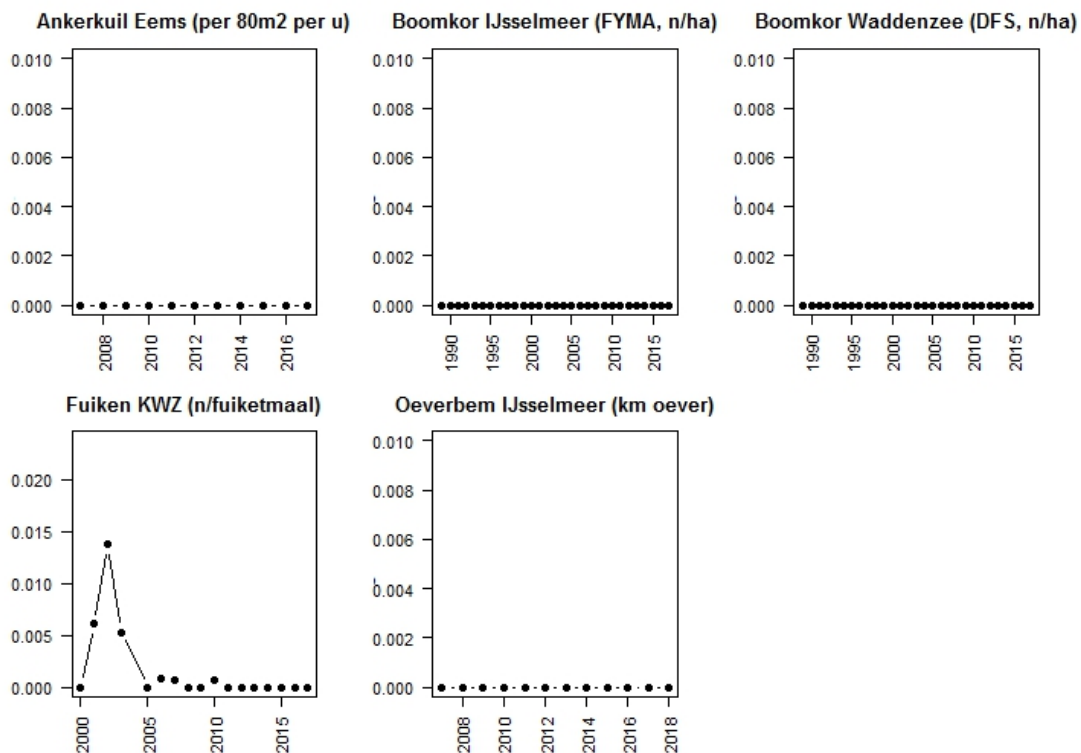
De grote zalmpopulatie die voorheen in het Rijnstroomgebied paaïde is in de eerste helft van de twintigste eeuw compleet uitgestorven. Dit werd veroorzaakt door een combinatie van overbevissing, slechte waterkwaliteit, verlies van paaï- en opgroei-habitat door bijvoorbeeld grindwinning maar ook door een verhoogd slibgehalte en de aanleg van migratiebarrières op de trekroutes (de Groot 2002, Schneider 2009).

In de jaren negentig is een herintroductieprogramma gestart in de bovenlopen van het Rijn stroomgebied, waarbij grote aantallen jonge zalm werden uitgezet in diverse Duitse en Franse zijrivieren. Na een duidelijke toename in de aantallen volwassen zalmen die de Rijn optrekken zijn de aantallen enigszins gestabiliseerd (Wiegerinck et al. 2009). Er is momenteel nog geen sprake van een zichzelf in stand houdende populatie (Schneider 2009). De huidige bovenstroomse Rijn-populatie kent nog een te gering terugkeerpercentage van de wegtrekkende smolts waardoor de instandhouding van de populatie momenteel nog afhankelijk is van uitzet van jonge zalm in de bovenstroomse delen van de Rijn.

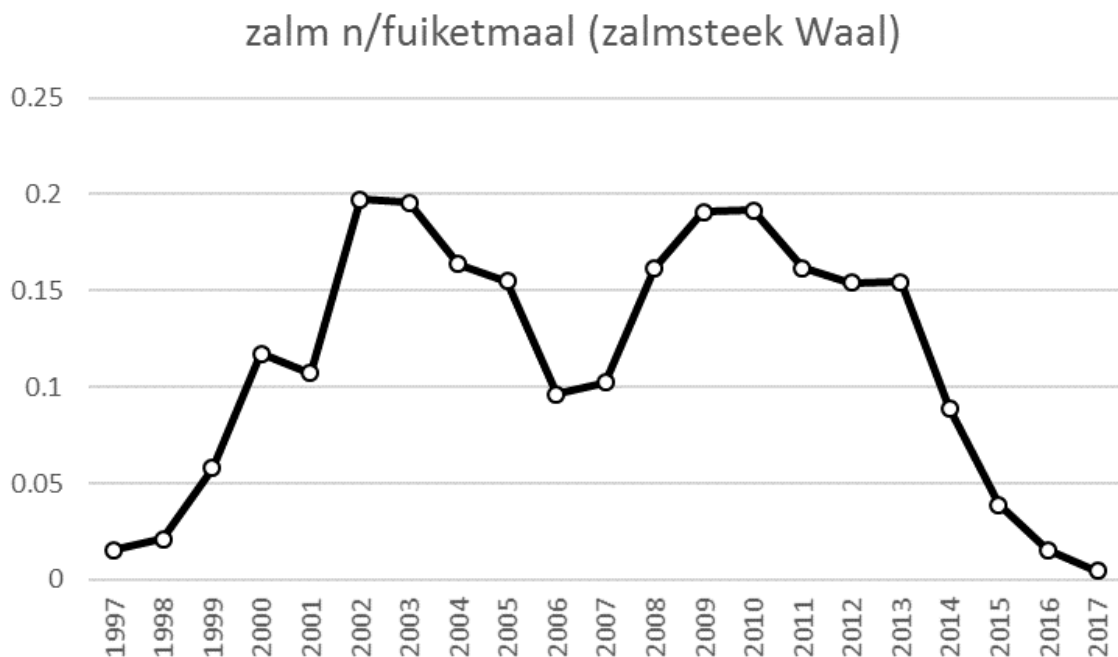
In de monitoringprogramma's worden nauwelijks zalmen gevangen (Figuur 4-5). De ankerkuilvisserij is waarschijnlijk te kort ingezet om de sporadisch aanwezige zalmen te vangen. De boomkormonitoring op het IJsselmeer en in de Waddenzee en de oeverbemonstering in het IJsselmeer zijn allen niet geschikt om zalmen te vangen. Alleen in de fuiken bij Kornwerderzand zijn zalmen gevangen. Sinds 2000 zijn er totaal 28 zalmen gevangen in het reguliere programma (Griffioen and Winter 2014a). In het aanvullende programma t.b.v. de vooronderzoeken van de VMR is ook één zalm gevangen bij de sluis in het najaar van 2013 (Griffioen 2014). Al met al worden er weinig zalmen gevangen en in de laatste jaren blijft de zalm afwezig in de fuiken.

Voor de monitoring van zalm is, naast de gepresenteerde monitoringprogramma's, een specifiek monitoringsprogramma met zalmsteken op de rivieren (van der Sluis et al. 2018). Van deze locaties in dit zalmsteekprogramma werd voor een landelijke trend over de laatste twaalf jaar de Waal als meest representatieve gezien (Tien et al. in prep), omdat het overgrote deel van de trekkende zalmen in Nederland via de Waal gaat (Hop and Vriese 2018) en omdat er bij de andere meetpunten trendbreuken in de reeksen zijn, waardoor deze niet goed bruikbaar zijn voor lange-termijn ontwikkelingen in 2006-2017. Een landelijke trend over de jaren 2006-2017 van zalm (gemiddeld vangstsucces) laat sinds 2010 een sterk afnemende trend zien (Figuur 4-6).

Om de zalm als een zichzelf in stand houdende populatie te laten terugkeren zijn aanvullende maatregelen noodzakelijk in zowel zoete als zoute watersystemen (Schneider 2011, Winter 2018): er zijn nog veel obstakels die migratie bemoeilijken, er vindt nog een te grote visserijsterfte plaats op zee en tijdens de trek, en de habitatkwaliteit van paaï- en opgroei-gebieden is op veel plaatsen nog te gering (Schneider 2011). De VMR is voor de zalm slechts één van de vele herstelmaatregelen die genomen moet worden. Het aanbod bij Kornwerderzand is eerder geschat op enkele tientallen tot honderden (Griffioen et al. 2014a). Er is geen reden om aan te nemen dat dit in de tussenliggende periode is verbeterd.



Figuur 4-5 Overzicht van vangsten voor de Atlantische Zalm in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.



Figuur 4-6 Vangstverloop van zalm in de zalmsteek op de Waal

Huidige Passage-efficiëntie

Bij Kornwerderzand zijn geen gegevens bekend van Atlantische zalm en de huidige passage-efficiëntie. Echter, op basis van onderzoek naar zeeforel is de passage-efficiëntie geschat op >50% (Griffioen et al. 2014b).

Verblijftijd/vertraging

Een Atlantische zalm die zich aandient bij de spui kom van Kornwerderzand is hoogstwaarschijnlijk sterk gemotiveerd om richting het zoete water te trekken. Hierbij is Kornwerderzand, naast Den Oever,

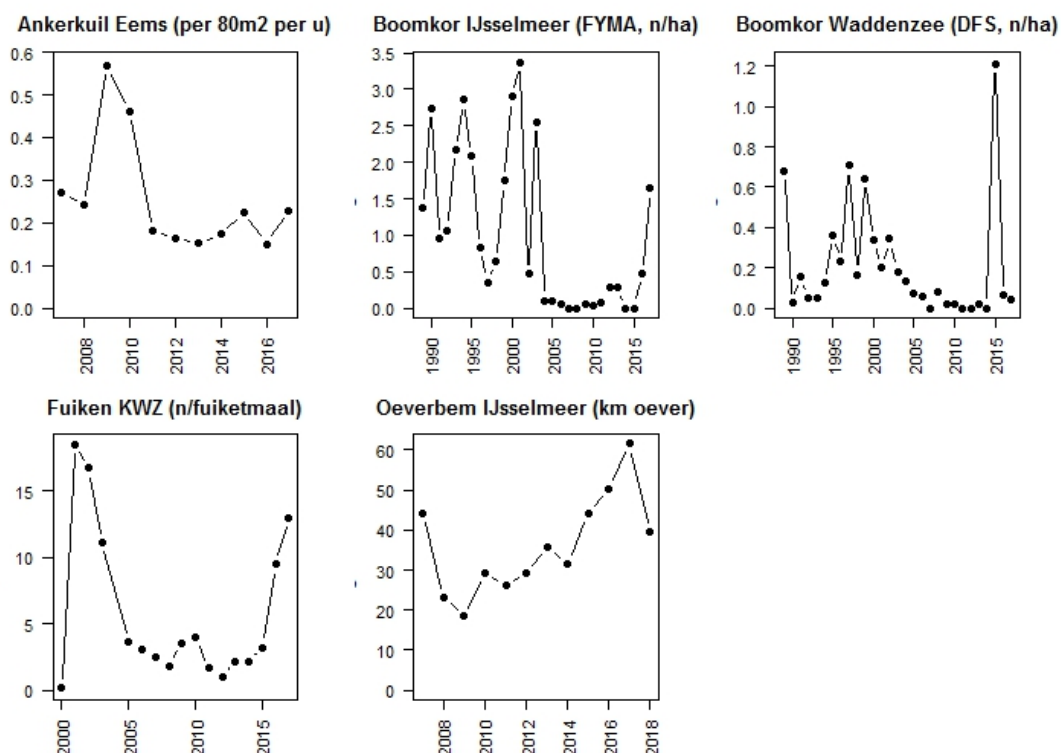
Nieuwe Waterweg en het Haringvliet, slechts één van de weinige ingangen waar de zalm gebruik van kan maken. Daarnaast beschikt een zalm over een grote sprintcapaciteit die ingezet kan worden om gunstige momenten bij geopende spuisluizen te passeren. De verspreidingsdynamiek en actief zwemgedrag in de spuikom bij Kornwerderzand is groot op basis van gemerkte zeeforel (vergelijkbare soort) en zalmen in fuikvangsten (Griffioen et al. 2014b). Het is waarschijnlijk dat de gehele spuikom hiervoor wordt benut. Zalm wordt echter nauwelijks gevangen bij Kornwerderzand in de monitoring, slechts 29 exemplaren vanaf 2001.

4.5 Europese Aal

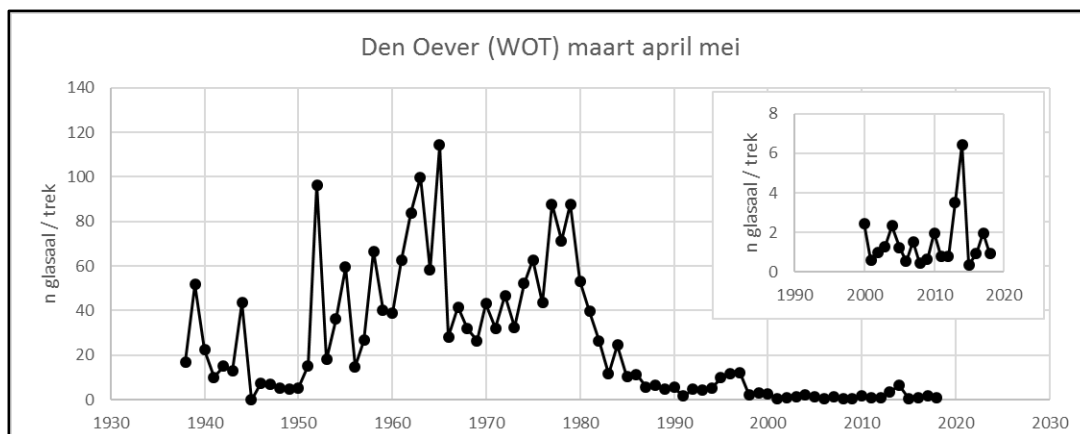
Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

De Europese aal is een katadrome soort die vanuit zee het zoete water opzoekt om op te groeien. Aal plant zich waarschijnlijk voort in de Sargassozee en de larven drijven met de stroming mee naar het Europese continent. Bij de kust vindt metamorfose tot glasaal plaats. Glasalen trekken het zoete water binnen om op te groeien. Na het verblijf in het zoete water veranderen de morfologische kenmerken van de alen wederom (schieraal). Schieralen trekken weer naar zee om zich voort te planten. De aalpopulatie kent een sterke afname gedurende de afgelopen decennia. Zo wordt de huidige glasaal aanbod op slechts 1-5% van het aanbod in de jaren 60-70 gemeten (Graaf and Bierman 2010, ICES 2017). Verschillende factoren zijn mogelijk verantwoordelijk voor deze sterke afname zoals vervuiling, visserij, klimaatverandering, exotische parasieten en bouwwerken (Feunteun 2002, Wirth and Bernatchez 2003, Dekker 2004), maar het relatieve aandeel van elk van deze factoren is onbekend. Bouwwerken (of ook wel kunstwerken genoemd), zoals dammen, stuwen, waterkrachtcentrales, gemalen en sluizen kunnen fysieke barrières vormen tijdens de migratie of kunnen bijdragen aan een verhoogde sterfte. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor aal is groot. Er zijn ook opgroeiende alen bekend in zout (brak) water, zogenaamde 'buitenaal'. Dit geeft aan dat voor een deel van de alen de migratie naar zoet water niet noodzakelijk is. De bijdrage van het deel van de populatie dat in het zoute water opgroeit is onbekend, maar er wordt aangenomen dat dit relatief klein is en dat het grootste deel van de populatie afhankelijk is van intrek in zoete wateren.

In het IJsselmeer worden de afgelopen jaren meer kleinere aal gevangen in de oeverbemonstering en open water monitoring (Figuur 4-7). Het is wellicht mogelijk dat dit een gevolg is van een relatief goed glasaaljaar in 2014 (Figuur 1-12). De jaren 2015-2017 zijn echter weer lager, met in 2015 het laagst gemeten aantal glasaal sinds de start van de monitoring in 1938.



Figuur 4-7 Overzicht van vangsten voor de Europese aal in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.



Figuur 4-8 Glasaalmonitoring bij Den Oever. Een overzicht van de vangsten sinds 1938 tot en met 2018. De grafiek geeft een gemiddeld aantal glasaal per trek weer.

Huidige passage-efficiëntie

In de huidige situatie is het onbekend wat de intrekefficiëntie van glasaal is. Dat er glasaal het IJsselmeer op komt is duidelijk aan de vangst die in het meer worden gedaan. Echter, het is moeilijk te bepalen welk aandeel van het aanbod glasaal succesvol het IJsselmeer in trekt. Vooralsnog zijn daar geen duidelijke gegevens van. Wel zijn er gegevens van *aantallen* glasaal die via het visvriendelijk spuien in het IJsselmeer komen tijdens de monitoring (van de Ven 2018). Hiervoor zijn netten in spuiokers geplaatst en is gedurende 8 nachten gevist. Na het inlaten van zout water in het IJsselmeer, is er een spui 'overgeslagen' vanuit veiligheidsoverwegingen voor de bemonsteraars (van de Ven 2018) en volgens protocol (Vriese et al. 2014). In theorie worden met het visvriendelijk spuien de buitenste twee kokers van elke groep (er zijn twee groepen) volledig opengezet (totaal vier spuioker open tijdens het visvriendelijke spuien). Binnen de proef van ATKB is de meeste westelijke koker bemonsterd (van de Ven 2018). Het is onbekend of in de praktijk ook daadwerkelijk alle vier kokers open stonden tijdens de meting of dat alleen de bemonsterde koker was opengezet (pers. comm. T. Vriese).

Een eerste stap in de analyse is de bepaling of er een (extreme) accumulatie van vis aanwezig is voor de deuren bij de spuisluisen. Om te bepalen of de dichtheid voor de spuideuren vele malen hoger lag dan in de rest van de spuijkom is er een vis/volume vergelijking gemaakt tussen doortrekmeteringen en kruisnet gegevens (Griffioen & Winter 2014). Hierbij zijn beide vangsten omgerekend naar een volume dichtheid en vergeleken. Hierbij moet worden vermeld dat er tijdens de acht metingen in beperkte mate overlap was in de timing van de kruisnet bemonsteringen en de doortrekmeteringen. Soms waren de intrek metingen al gedaan voordat er met het kruisnet is gevist. De gemiddelde vangst in de kruisnetten loopt door tot na de intrekmetering en in sommige gevallen loopt de vangst op in de tijd. Hierdoor is zowel een overschatting maar ook een onderschatting van de data mogelijk. Bij Den Oever en Kornwerderzand is gebleken dat de vangst in kruisnetten voor de sluisdeuren afhankelijk is van getij met een relatief grote vangst met hoogwater (Griffioen et al. 2014b, Griffioen et al. 2017a). Omdat het visvriendelijk spuien nooit gelijk valt met hoog water, en de inzet van het kruisnet hoogstwaarschijnlijk wel, lopen de relatieve vangsten van beide methodieken uiteen. Het aanbod zal hierdoor mogelijk te hoog kunnen worden ingeschat.

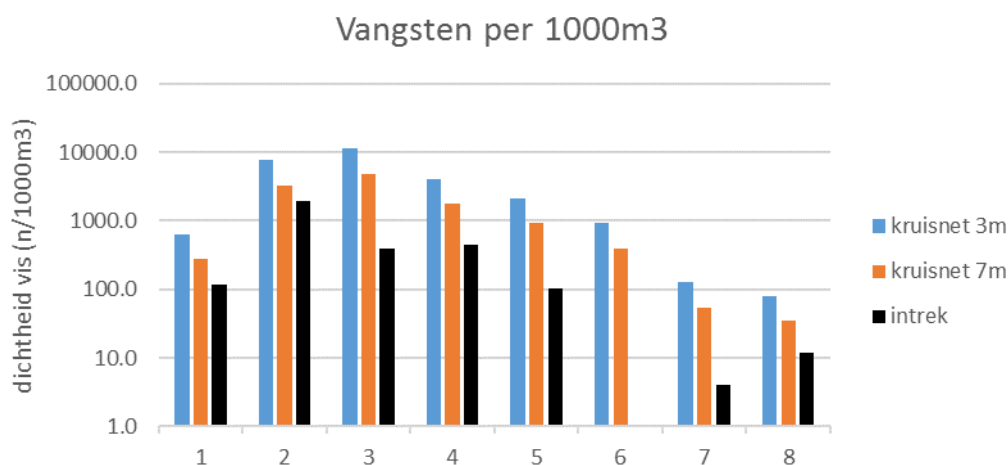
In het voorjaar van 2018 zijn er, in vergelijking met 2014, meer parallelmetingen gedaan met kruisnet voor de sluisdeur (door beroepsvisserij WON 1) ten tijde van de intrekmetering door ATKB (van de Ven 2018). Het verschil is dat er in 2014 in de gehele spuijkom is gevist in een grid en in 2018 alleen op 1 locatie (van de Ven 2018). Op basis van de ruwe data is er eenzelfde analyse gedaan op de gegevens als dat gedaan is in 2014. De visdiepte van de kruisnetten in 2018 is ca. 5 meter. Echter is de analyse is bewust een range van 4-7m aangehouden om een band breedte aan te geven van de data. De diepte waarop het net in 2014 werd neergelaten betrof 3-5 meter (locatie 6 voor de deur, Griffioen et al. 2014). Op locatie vlakbij de deur was dit 4-7 meter (locatie 7, westelijke hoek). Met een netoppervlakte van 9 m² betrof het beviste volume 27-63 m³. De kruisnetvangsten zijn op basis hiervan omgerekend naar 1000 m³. De vangsten uit de intrekmetering zijn ook omgerekend naar intrek per 1000 m³ (van de Ven 2018).

Uit de analyses blijkt dat de dichtheid in de intrekmeting een factor 10 lager ligt dan de dichtheid voor de deuren (Tabel 1, Figuur 4-9). Hieruit kan men concluderen dat er geen hogere dichtheid voor de deuren ophoopt ten tijde van de metingen. Op alle meetdagen wordt de dichtheid in de kruisnetten hoger ingeschat dan dat er wordt teruggevonden in de doortrekmelingen. Tevens tonen de kruisnetvangsten aan dat de dichtheden van glasaal in de waterkolom het grootst zijn tijdens opkomend tij, nabij hoog water en lichtelijk afnemen net na hoogwater (Griffioen et al. 2014b, Griffioen et al. 2017a). Ook binnen dit experiment is er een duidelijke trend met vangsten in de tijd waarneembaar op diverse dagen (Figuur 4-10). Echter, deze vangsten zijn niet gerelateerd aan getij. Wel is bekend dat de vangsten zoveel mogelijk met opkomend tij zijn uitgevoerd (van de Ven 2018). Het visvriendelijk spui-beheer wordt, in verband met het vastgestelde protocol, uitgevoerd bij afgaand tij, net voor gelijk water. Indien de glasaal op dat moment in lagere dichtheden in de waterkolom voorkomt zal dit leiden tot lagere dichtheden bij de intrekmeting dan dat er werkelijk aan aanbod aanwezig is (kruisnet).

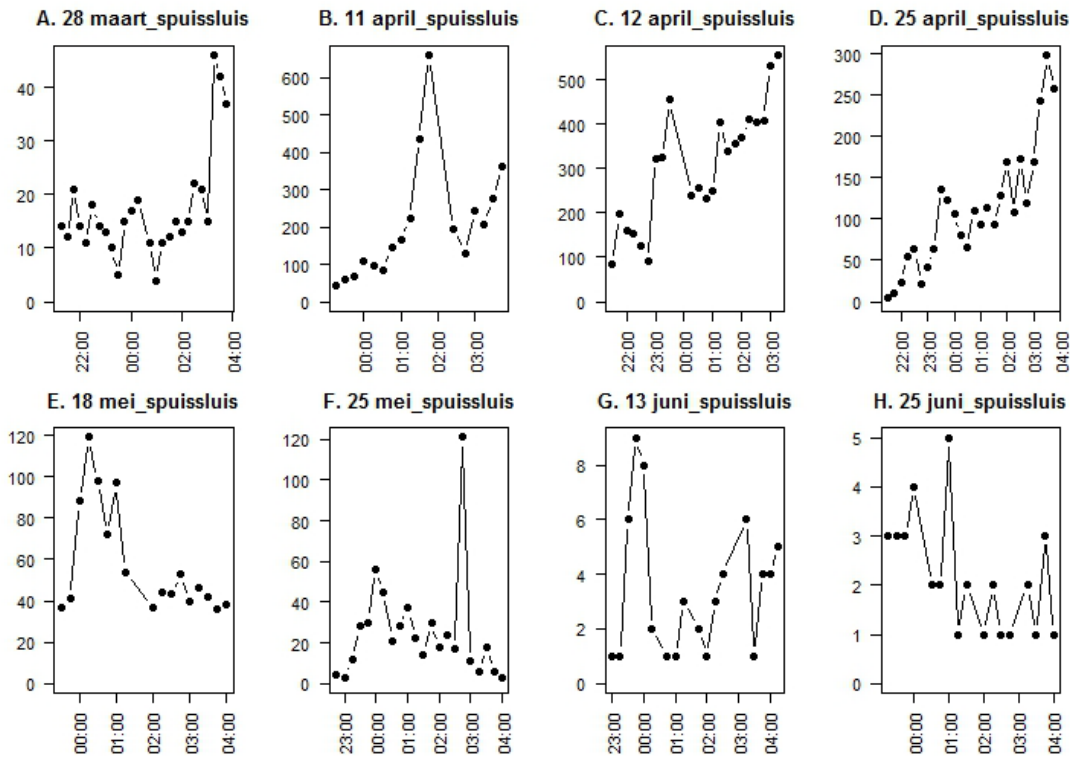
Het is goed mogelijk dat bij de intrekmetingen de meeste vissen aan het begin van de meting intrekken en gevangen worden, terwijl dit aan het einde van de cyclus nog slechts beperkt is. Voor een soort als glasaal zal dit niet het geval zijn ook met de wetenschap dat er geen grote hoeveelheden glasaal voor de deuren zitten t.o.v. van wat er door de deuren gevangen wordt. Voor actieve zwemmende soorten als spiering met meer zwemcapaciteit zal dit mogelijk meer het geval zijn. Dit zou er voor kunnen zorgen dat er voor die soorten mogelijk een verkeerde schatting wordt gegeven voor het aantal vissen per volume-eenheid. In werkelijkheid zou deze hoger liggen. Immers, wanneer er langer wordt doorgemeten kan het zijn dat er niet meer vissen in het net komen, maar wel meer water wordt gespuid. Wanneer de vissen homogeen in de waterkolom zijn verdeeld dan geeft het aantal een goede weergave van het aantal vissen per volume eenheid.

Tabel 1 Vangstgegevens voor glasaal van de kruisnetten en intrekmetingen. De tabel geeft de vangst datum, de totale vangst, de gemiddelde vangst per trek, het aantal glasaal per volume en de intrekmeting van ATKB weer. Dit is berekend voor kruisnetmetingen indien gevist op 3 of 7 meter diepte (zie tekst voor uitleg).

datum	meting	totale van trekken	tijd intrek n	per trek	3 meter			kruisnet		intrek	
					per 1m3	per 1m3	per 1m3	per 1000m3	per 1000m3	per 1000m3	per 1000m3
28/mrt	1	447	26	0:16	17.2	0.6	0.3	636.8	272.9		116
11/apr	2	3505	17	21:40	206.2	7.6	3.3	7636.2	3272.6		1951
12/apr	3	6671	22	23:35	303.2	11.2	4.8	11230.6	4813.1		392
25/apr	4	2867	26	21:54	110.3	4.1	1.8	4084.0	1750.3		447
14/mei	5	985	17	1:30	57.9	2.1	0.9	2146.0	919.7		103
25/mei	6	554	22	22:29	25.2	0.9	0.4	932.7	399.7		0
13/jun	7	62	18	2:30	3.4	0.1	0.1	127.6	54.7		4
25/jun	8	37	17	0:02	2.2	0.1	0.0	80.6	34.5		12



Figuur 4-9 Het verloop van vangsten (per monsterdatum van maart tot juni) omgerekend naar $n/1000m^3$ (log-schaal) voor de kruisnetten (indien gevist op 3 meter, blauw, en op 7 meter, oranje) en de intrekmeting (zwart) in de spuisluis. Wanneer er sprake is van sterke concentratie voor de deuren vlak voor deze opengaan, verwachten we dat intrek hoger is dan kruisnet.

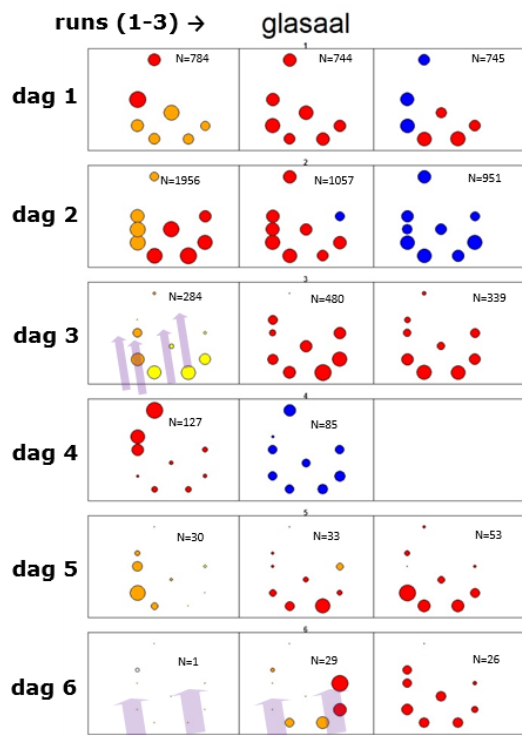


Figuur 4-10 Verloop van glasaal kruisnetvangsten (3x3m) voor de spuissluis.

De volgende stap in de analyse is om een schatting te maken in de passage-efficiëntie. Om een schatting te maken van deze passage-efficiëntie gaan we uit van een gelijke verdeling van glasaal (per volume eenheid) in de spuikom. In deze analyse vergelijken we de hoeveelheid glasaal die in de spuikom heeft moeten zitten (n/ha) en hoeveel er in de doortrekmetingen is gevonden. Kortom welk aandeel is door de spuikokers gegaan ten opzichte van het aanbod.

Eerst wordt bereken hoeveel glasaal er tijdens de meeting in de spuikom heeft gezeten. De verspreiding van glasaal in de spuikom is, vooral in het begin van het seizoen, gelijk verdeeld in de hele spuikom (LR test, p -value < 0.01 , $n=13$, *Figuur 4-11* Griffioen et al. 2014b). Ook in 2018 blijkt dat er geen sterke ophoping van glasaal pal voor de deuren is in vergelijking met wat in de spuikom is gevangen (zie eerste analyse). We gebruiken deze informatie om drie scenario's door te rekenen waarbij we bepalen hoeveel glasaal er in de spuikom aanwezig was in de spuikom. (1) alle glasaal komt voor de deuren voor (minimum) (2) alle glasaal komt in de zuidelijke helft van de spuikom voor (3) alle glasaal komt in de hele spuikom voor (maximum) (*Figuur 4-12*). Omdat er in 2018 niet gevist is in een vast grid in de gehele spuikom en slechts op één locatie, wordt het gemiddeld aantal glasaal per trek genomen en geëxtrapoleerd over de gehele spuikom om het totale aanbod in te schatten.

Hoewel er geen significant verschil waarneembaar is in aantal glasaal tussen de locaties (*Figuur 4-11*), wordt er in de zuidwestelijke hoek wel vaak meer vis gevangen per trek (Griffioen et al. 2014b). Juist hier is in 2018 gevist op glasaal en zou een overschatting kunnen geven van het aantal vissen in de gehele spuikom wanneer we extrapoleren. Om geen overschatting te hebben van het totale aanbod worden er drie scenario's doorgerekend om het aanbod in te schatten per dag.



Figuur 4-11 Ruimtelijke verdeling van de doelsoorten (glasaal). De cirkels stellen de vangsten per locatie voor uitgedrukt $\log(n+1)$. horizontaal: run 1, 2 en 3, verticaal: dag 1 t/m 6. NB de grootte van de cirkels is de relatieve verdeling per dag. De pijlen in de runs per dag geven aan dat er wel of niet is gespuid tijdens de bemonstering (zie Griffioen & Winter, 2014). Kleuren corresponderen met het getij: geel = laagwater, oranje = gelijk peil (IJM WAD), rood = voor hoog water en blauw = na hoogwater (Griffioen et al. 2014b)



Figuur 4-12 Scenario's om totaal aanbod te schatten op basis van kruisnet onderzoek (rode pijl). In scenario 1 wordt uit gegaan van ca. 6 ha, scenario 2 van ca. 16.5 ha en bij scenario 3 is dit ca. 33 ha.

Nu we het aanbod hebben kunnen berekenen voor 3 scenario's, wordt er ook berekend wat er is gepasseerd. Voor deze berekening wordt uitgegaan van de situatie dat alle 4 deuren zijn opengezet en dat het aantal vis wat in de ene koker is gemeten representatief is voor de andere 3 kokers. Vervolgens wordt het aanbod geschat op basis van oppervlakte gemeten voor de meest westelijke spuikoker met het 3x3 kruisnet.

Met deze benadering komt de passage-efficiëntie neer op 1.7-9.2% van het visvriendelijk sluisbeheer. Op basis van eerder onderzoek naar de verdeling van glasaal over de gehele spuikom (scenario 3) wordt de efficiëntie geschat op 1.7% (Tabel 2). Er zijn geen aanwijzingen dat er grote hoeveelheden glasaal ophopen direct voor de deuren op basis van dichtheid vergelijkingen (Figuur 4-9). De ophoping en concentratie vindt met name plaats op het schaalniveau van spuikom of de zuidelijke helft van de spuikom (zie Griffioen et al. 2014b). Er zijn geen aanwijzingen voor langdurige ophoping op kleinschalige locaties binnen de spuikom ('hotspots'). De berekening is de best mogelijk bepaling op basis van de beschikbare gegevens. Hoeveel glasaal er via lekwater bij de spuisluizen of via de schutsluizen in de huidige situatie naar binnen gaat is onbekend en zeer lastig te kwantificeren.

Tabel 2 Schatting voor passage-efficiëntie voor glasaal doorgerekend voor 3 scenario's. Op basis van eerder onderzoek is scenario 3 de meest waarschijnlijke omdat deze rekening houdt met een gelijke verdeling van glasaal over de gehele spuikom. De tabel geeft het aanbod weer omgerekend naar 1m² dit aantal is omgerekend naar 3 scenario's voor verdeling van het totale aanbod (Figuur 4-12). Het totale aantal glasalen wat is doorgetrokken (van de Ven 2018) en het percentage wat is doorgetrokken ten opzichte van het aanbod (3 scenario's).

datum	aanbod m2	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	1.9	114615	315192	630385	3486	13944	12.2	4.4	2.2
11/apr	22.9	1374510	3779902	7559804	104612	418448	30.4	11.1	5.5
12/apr	33.7	2021515	5559167	11118333	11682	46728	2.3	0.8	0.4
25/apr	12.3	735128	2021603	4043205	13362	53448	7.3	2.6	1.3
14/mei	6.4	386275	1062255	2124510	5471	21884	5.7	2.1	1.0
25/mei	2.8	167879	461667	923333		0	0.0	0.0	0.0
13/jun	0.4	22963	63148	126296	178	712	3.1	1.1	0.6
25/jun	0.2	14510	39902	79804	460	1840	12.7	4.6	2.3
gemiddelde							9.2	3.3	1.7

Verblijftijd/vertraging

In de huidige situatie is niet bepaald wat de verblijftijd van glasaal is aan de Waddenzeezijde van de spuikom te Kornwerderzand. Echter, in Den Over hebben er diverse onderzoeken plaatsgevonden om de verblijftijd vast te stellen, waarvan de meest recente in 2018 (Slijkerman et al. 2018). Hiervoor is een merkt-terugvangst experiment uitgevoerd met Bismarck Brown. Hieruit is gebleken dat de verblijftijd met visvriendelijk spuien korter is dan wanneer er regulier wordt gespuid. De resultaten waren echter niet eenduidig en ook lastig te interpreteren door technische mankementen en beperkte registratie van spuimaatregelen. Toch is de verblijftijd vastgesteld op 5 dagen zonder visvriendelijk spuien en 2 dagen met visvriendelijk spuien. In het verleden is er een verblijftijd van circa 2 weken vastgesteld met dezelfde techniek (Dekker and vanWilligen 1997). Gezien de beschreven onzekerheden in deze studie wordt deze verblijftijd ingeschat als een minimum verblijftijd.

Een uitgebreide studie met VIE tags en continue vangtuigen (glasaal detectoren) bij het sluiscomplex bij IJmuiden laat zien dat de verblijftijd kan oplopen tot 23 dagen, met een gemiddelde van 5 dagen en een mediaan van 3 dagen (Griffioen et al. in prep). Ook is op deze locatie uitspoeling waargenomen van gemerkte glasalen die aan de binnenzijde zijn losgelaten en aan de buitenzijde zijn terug gevangen. Succesvolle migratiemogelijkheden worden op deze locatie veel groter ingeschat door de omvang en het gebruik van de scheepssluizen. Daarom wordt de verblijftijd bij Kornwerderzand hoger ingeschat dan bij IJmuiden het geval is.

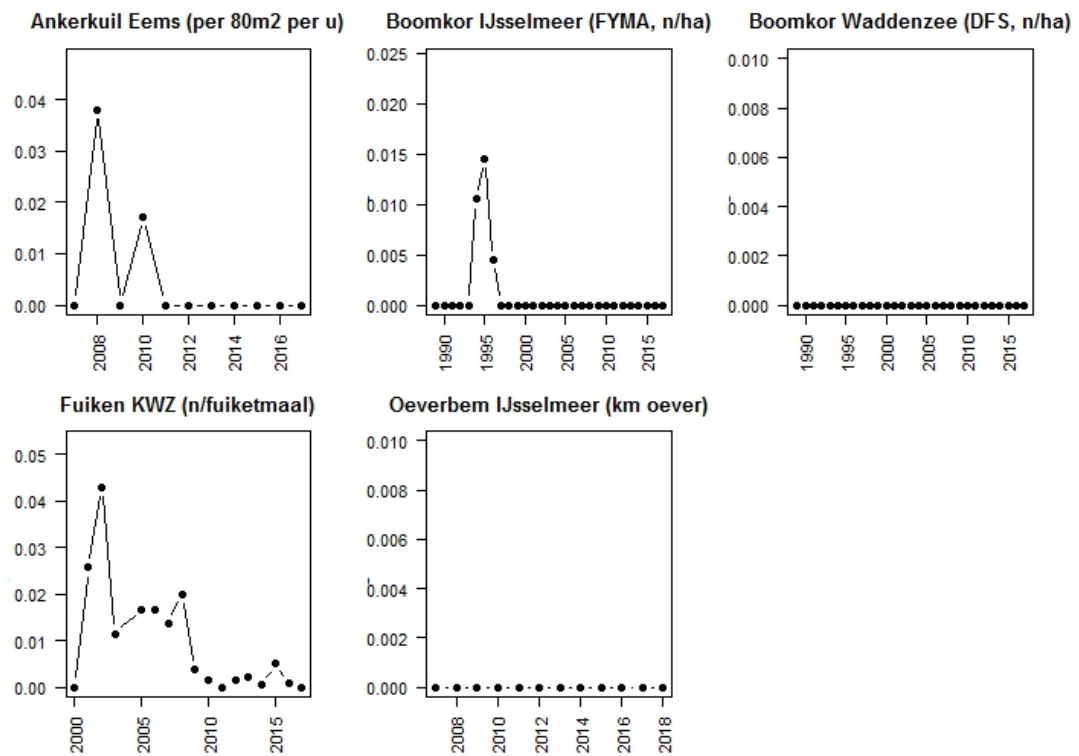
4.6 Zeeforel

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

Forel kent verschillende 'life-history' strategieën binnen dezelfde populatie: sommige forellen verblijven op de rivier (residente strategie, verschijningsvorm 'beekforel') en andere trekken naar zee (migrerende strategie, verschijningsvorm 'zeeforel'). Elke individuele forel kan afhankelijk van de opgroeiomstandigheden tijdens de eerste zoetwaterjaren één van beide strategieën aannemen en zich ontwikkelen tot zeeforel-smolt en wegtrekken om op zee verder op te groeien en vervolgens als volwassen zeeforel terug te keren, dan wel verder op te groeien in de bovenlopen als beekforel en als volwassen beekforel deel te nemen aan de paai. Er is dus geen sprake van twee verschillende ondersoorten of subpopulaties per rivier zoals nog vaak wordt aangegeven. De Afsluitdijk vormt een barrière tussen de zee en het bereiken van de paaigronden in de Overijsselse Vecht. Doordat sommige individuen op de rivier blijven als beekforel en dat deze eigenschap zich kan ontwikkelen bij het opgroeien, doet de soort aan een vorm van risicospreiding die de populatie in stand kan houden (Lucas and Barras 2001, Gosset et al. 2006).

In de monitoring programma's worden af en toe forellen gevangen die veel uiterlijke kenmerken van de beekforel hebben. Jonge zeeforel trekt, evenals zalm, na één tot drie jaar in de rivieren te hebben geleefd in het voorjaar naar zee, om vervolgens na enkele jaren als volwassen vis weer terug te keren naar de rivieren (Jonsson and Jonsson 2002). In tegenstelling tot zalm verblijft zeeforel in zeeën en kustwateren in de buurt van hun geboorterivier en kan ook tussentijds wel in enige mate het zoete water intrekken. De paaigebieden van zeeforel en zalm kunnen overlappen, waarbij zalm paait op ondiepere en sneller stromende gedeeltes. De jonge dieren, de zogenaamde pre-smolts, verlaten na 1 tot 6 jaar het zoete water in het voorjaar en groeien op in het estuarium of de zee. Na 1 tot 3 jaar op zee te zijn geweest trekken de zeeforellen de rivier weer op in de vroege winter. Na de paai sterft een deel van de ouderdieren, terwijl een deel weer teruggaat naar zee om op een later moment nogmaals aan de paai mee te doen. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor zeeforel is groot. Zeeforel plant zich voort in de bovenstroomse gedeeltes van het Rijngebied en in de bovenstroomse delen van de Vecht. Dit lijkt momenteel slechts een kleine populatie (Winter 2007). Voor de soort is het van belang dat deze de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden.

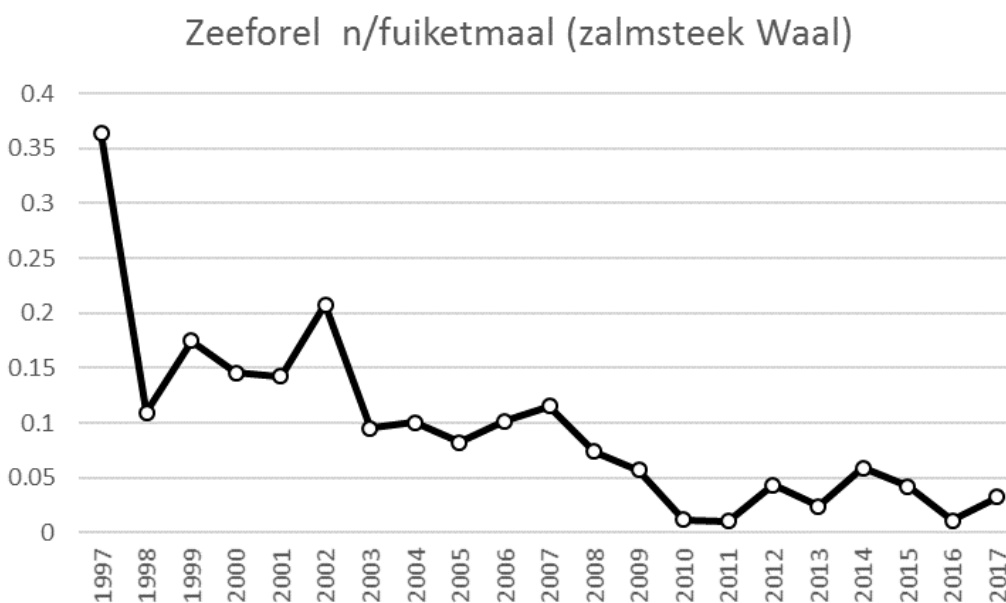
Het fuikenmonitoringprogramma bij Kornwerderzand laat een neergaande trend voor zeeforel zien (*Figuur 4-13*), met slechts enkele individuen. In de fuik bij Texel lijkt de vangst minimaal gehalveerd met ca. 1.4-2.1 individuen per dag in 1980 naar ca. 0.7 in 2015 (www.waddenzeevismonitor.nl, *Figuur 4-14*). En ook in de zalmsteek is er een negatieve trend te zien (*Figuur 4-15*).



Figuur 4-13 Overzicht van vangsten voor de zeeforel in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.



Figuur 4-14 Overzicht van vangsten voor de zeeforel in de 'NIOZ fuik' bij Texel. Deze fuik wordt dagelijks geleegd en vangsten worden gepresenteerd op www.waddenzeevismonitor.nl

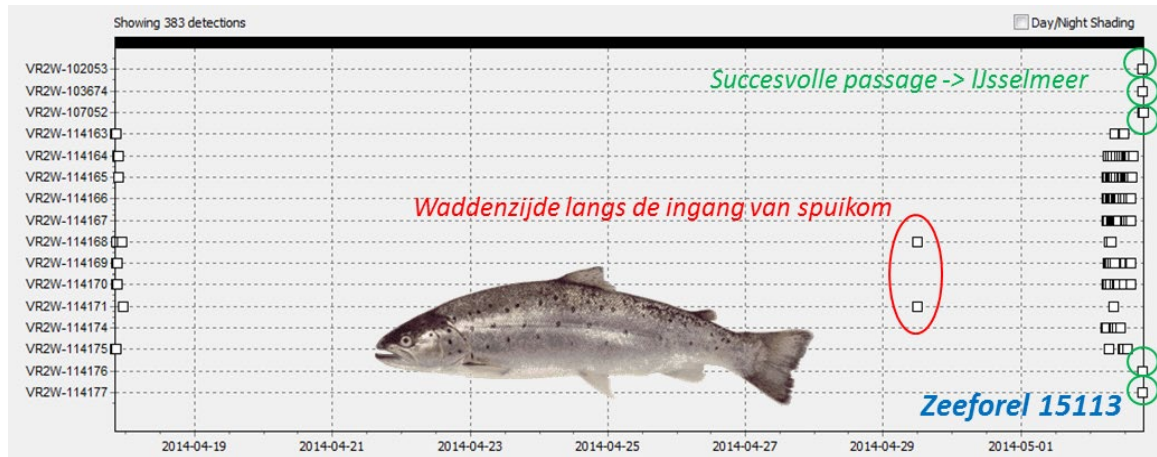


Figuur 4-15 Vangstverloop van zeeforel in de zalmsteek op de Waal

Huidige passage-efficiëntie

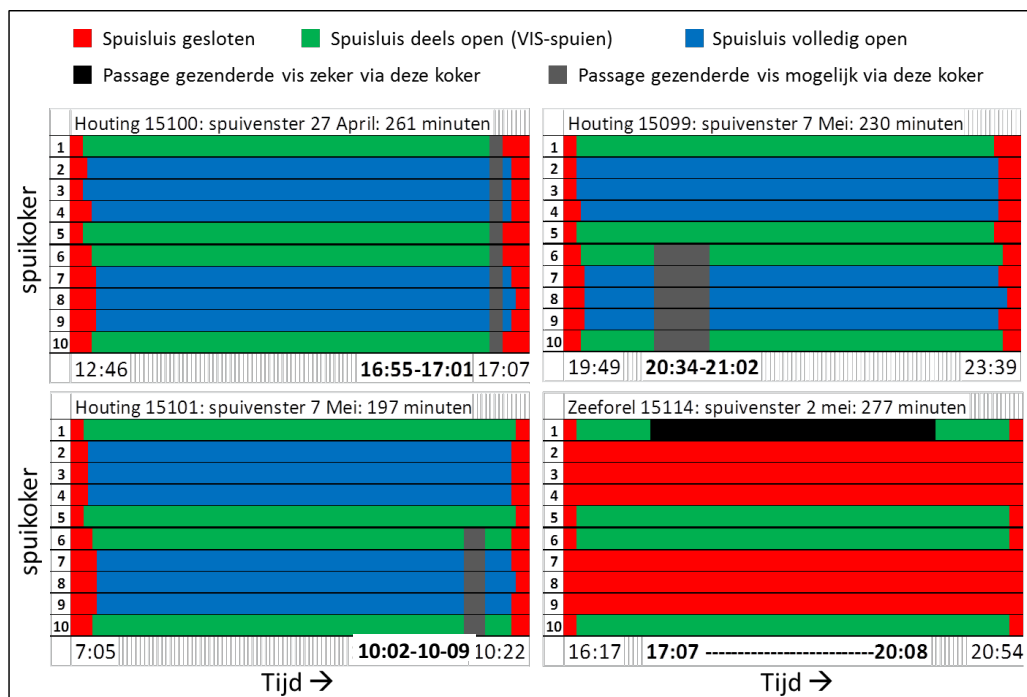
In hoeverre de Afsluitdijk een barrière vormt voor zeeforellen was onderwerp van onderzoek dat in 2003 is gepubliceerd. Hierbij is de migratie van zeeforel vanuit zee richting de zoete wateren bestudeerd met behulp van NEDAP-telemetrie. Op een vijftal plekken zijn zeeforellen van een zender voorzien, waaronder ook bij de Afsluitdijk bij Den Oever en Kornwerderzand (Bij de Vaate et al. 2003). In totaal zijn er over de jaren 1996–2000 582 zeeforellen van een zender voorzien (NEDAP), waarvan 9 bij Den Oever en 61 bij Kornwerderzand. Gedurende deze jaren was er een spuibeheer waarbij de stroomsnelheid in de spuikokers werd geremd ten behoeve van de vismigratie (Winter et al. 2014b). 33 zeeforellen van deze 70 zijn in het IJsselmeer waargenomen en één is gezien bij het Haringvliet terwijl deze bij de Afsluitdijk van een zender was voorzien. Het feit dat andere gezenderde zeeforellen terug zijn gevonden in andere delen van Europa, zoals Frankrijk en Noorwegen (Bij de Vaate et al. 2003) kan erop wijzen dat niet alle zeeforellen die bij de Nederlandse kust worden gezien ook daadwerkelijk in Nederland willen binnentrekken. Van de dieren die het IJsselmeer waren binnengekomen zijn er 25 (74%) gezien bij Kampen en 20 (59%) in de beneden Rijn. Deze hoge succesvolle passages door het IJsselmeer heen duidt er op dat de zeeforellen relatief goed in staat zijn om de toentertijd veelvuldig aanwezige aalfuiken te ontwijken.

Zeeforel is een sterke vis die de gehele spuikom gebruikt op basis van fuikvangsten (Griffioen and Winter 2014a), en telemetrie van één vis (Griffioen et al. 2014b). Deze ene zeeforel is na uitzetting gedurende 15 dagen met twee lange perioden van afwezigheid waargenomen door alle receivers in de Waddenzee-zijde van de spuikom. Direct na uitzetting is de zeeforel in de gehele spuikom waargenomen en aan de oostelijke kant van de ingang van de spuikom naar de Waddenzee vertrokken (Figuur 4-16). Na 12 dagen is deze weer bij de ingang van de spuikom waargenomen, maar is de spuikom niet verder ingezwommen. Na weer 4 dagen is de zeeforel teruggekeerd naar de spuikom en na een intensief rondzwemmen in de hele spuikom vervolgens succesvol naar binnen getrokken. De receivers aan weersijden van de scheepvaartsluis zijn niet bezocht.



Figuur 4-16 Overzicht van detecties per station (y-as) in de tijd (datum op x-as) voor de gezenderde zeeforel, die via de spuikokers naar het IJsselmeer is getrokken. Rood omcirkeld alleen aan de waddenzee zijde van de spuikom ingang gezien. Groen zijn detecties aan de IJsselmeerzijde van Kornwerderzand (succesvolle intrek)(Griffioen et al. 2014b)

Het tijdsinterval waarbinnen succesvolle intrek op 2 mei heeft plaatsgevonden, d.w.z. tussen de laatste detectie aan de Waddenzeezijde en de eerste detectie aan de IJsselmeerzijde is veel groter dan bij de succesvolle zeeprikken en houtingen, namelijk ruim drie uur (Figuur 4-17). De spuisituatie die de zeeforel heeft benut om in te trekken was vier spuikokers die op een kier stonden (VIS-spuien) en alle andere kokers gesloten waren (Figuur 4-17). De meest waarschijnlijke verklaring voor het lange tijdsinterval van 3 uur tussen laatste detecties bij de meest westelijke receiver in de spuikoker en eerste detectie aan de IJsselmeerzijde (ook bij meest westelijke receiver), is dat de zeeforel zich lange tijd in spuikoker 1 heeft opgehouden. De stroomsnelheid is daar veel geringer dan direct onder de deur die op een kier staat, alvorens met een korte sprint onder de deur door naar het IJsselmeer te zwemmen. In de koker zal de zeeforel niet door de receivers gedetecteerd worden.



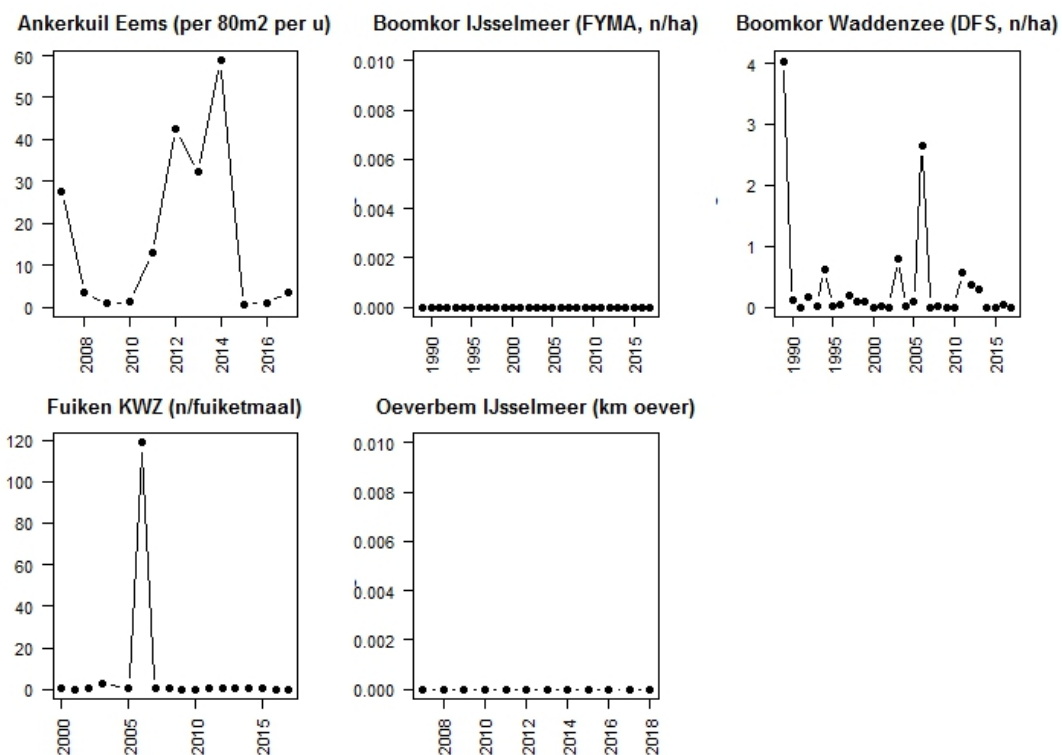
Figuur 4-17 Voor de drie succesvol ingetrokken houtingen en de zeeforel (zie ook desbetreffende paragraaf) is het tijdsinterval waarbinnen passage van de spuisluizen plaats moeten hebben gehad (in vet aangegeven op x-as), gecombineerd met de actuele spuivensters in elk van de 10 spuiokers. De klepstand van elk van de sluisluizen is in kleur weergegeven: gesloten (rood) waarbij geen zoetwater wordt gespuid; op een 'kier' als onderdeel van VIS-spuien (groen) waarbij alleen onder de deur de stroomsnelheden van gespuid zoetwater hoog zijn maar in de koker zelf relatief gering; en volledig open (blauw) waarbij de stroomsnelheden in de gehele koker hoog zijn. Het tijdsinterval waarbinnen de houting of zeeforel een koker moet zijn gepasseerd is aangegeven op basis van de laatste en eerste waarneming van detectiestations aan weersijden van de sluisluis (zwart als de koker die gepasseerd bepaald kon worden, grijs wanneer er meerdere kokers in aanmerking komen waarlangs passage heeft plaats gevonden). (Griffioen et al. 2014b)

4.7 Fint

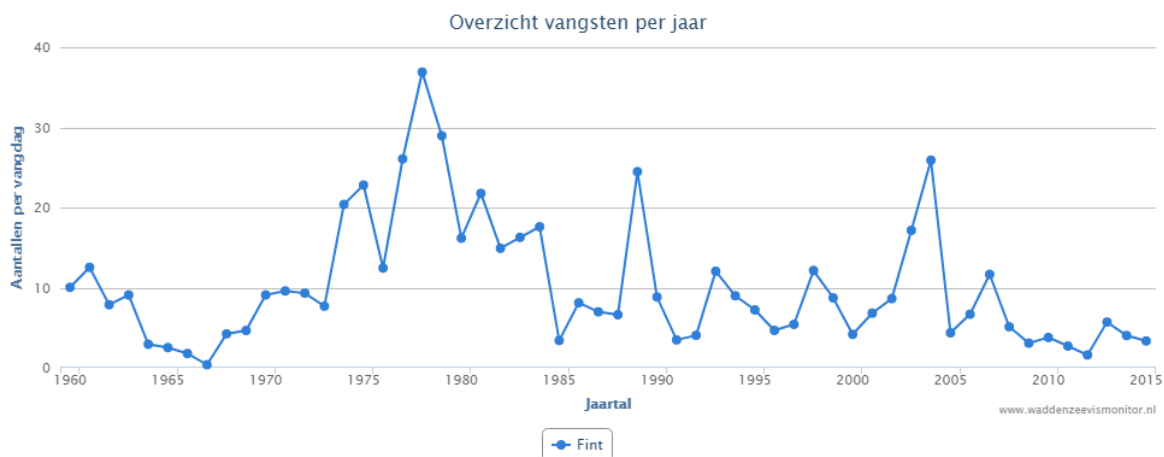
Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

Fint is een anadrome soort die vanuit zee het zoete water opzoekt om te paaien. Als paaihabitat prefereren finten grindbanken en zandbanken (Maitland and Lyle 2005). De eieren worden pelagisch afgezet in het zoetwatergetijdengebied van estuaria, zijn niet-kleeverig en bewegen zich vrijelijk in de lagere gedeelten van de waterkolom met het getij in estuaria mee. Na het paaien trekken de adulten terug naar zee. De eieren bevinden zich in het zoete water. Als de larven uit het ei komen, drijven ze stroomafwaarts, in Nederland meestal naar het Waddengebied, waar ze een jaar pelagisch verblijven (Groot de 1992), daarna leven ze pelagisch in open zee. De gebroeders van Malsen hebben in het verleden volwassen fint gevangen, maar dit is al enkele jaren niet meer het geval. Wel werd er in 2006 een grotere hoeveelheid kleinere fint (10 – 15cm, *Figuur 4-18*) aangetroffen. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor fint is groot. In het verleden paaide de fint in de Merwede en de Bergse Maas, maar de exacte paaigebieden zijn nooit gevonden (Groot de 1992). In de Eems werden in augustus 1999 in het midden van de rivier jonge finten van circa 10 cm aangetroffen (Kleef and Jager 2002). In het voorjaar van 2005 werden paaiende finten waargenomen in de Beneden-Merwede (waarnemingen vissers van Fam. Klop). Of er daadwerkelijk in Nederland gepaaid wordt is nog steeds de vraag. Wat wel duidelijk is, is dat geschikt habitat (zoetwater getijdegebied met zand of grind) daarvoor in het IJsselmeergebied ontbreekt.

In de monitoring bij Kornwerderzand wordt slechts sporadisch een fint gevangen. Dit is zeer waarschijnlijk het gevolg van het feit dat zij de fuiken goed kunnen ontwijken (Griffioen et al. 2014a). In de NIOZ fuik bij Texel lijkt een afname zichtbaar in de laatste 10 jaar. Echter, het niveau in 2015 is vergelijkbaar met de jaren 90. Een vergelijkbaar beeld is zichtbaar in de DFS survey. Echter, dit vangtuig is niet geschikt voor pelagische vis zoals fint.



Figuur 4-18 Overzicht van vangsten voor fint in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.



Figuur 4-19 Overzicht van vangsten voor fint in de 'NIOZ fuik' bij Texel. Deze fuik wordt dagelijks geleegd en vangsten worden gepresenteerd op www.waddenzeevismonitor.nl

Huidige passage-efficiëntie

Fint heeft op dit moment geen belang bij een passage van de Afsluitdijk. Er is geen geschikt paaigebied in het 'achterland' beschikbaar. De passage-efficiëntie wordt ingeschat op >50% naar analogie van zeeforel (Griffioen et al. 2014b).

Verblijftijd/vertraging

Fint wordt gevangen in de spuikom bij Kornwerderzand. Echter, de reden dat fint hier wordt gevangen heeft waarschijnlijk te maken met foerageergedrag en niet met paaimigratie richting het IJsselmeer. Afgaande op de timing en grootte verdeling van de fint die zich aandient bij Kornwerderzand; namelijk nauwelijks tijdens paaimigratie periode (april-mei) en vooral tijdens het groeiseizoen en bovendien veel juvenielen (met sterke variatie tussen jaren) en weinig volwassen fint (waarbij ook de vangstefficiëntie voor volwassen fint in de fuiken wellicht geringer is).

Op basis van de fuikvangsten lijkt de verspreidingsdynamiek in de spuikom groot. De vangkans in de fuiken wordt zeer klein ingeschat (Griffioen et al. 2014a). Onbekend is of de finten zich niet of nauwelijks langs de oever bevinden of dat zij de fuiken goed kunnen ontwijken. Het laatste scenario lijkt waarschijnlijker naar aanleiding van een vergelijking tussen zegenvisserij en fuikvangsten (Griffioen et al. 2014a).

4.8 Elft

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

De elft is een anadrome trekvis die in scholen leeft in het open water. Elft is een haringachtige die een lengte tot 70 cm kan bereiken. De paai vindt plaats in de middenloop van rivieren bij 16 tot 18 graden Celsius, waarna de volwassen dieren die de paai hebben overleefd het zoete water weer verlaten. In de Rijnmonding lagen de paaiplaatsen zelfs tot voorbij Basel (de Groot 2002). De larven en juvenielen van elft groeien op in de rivier. Na het eerste en soms tweede jaar trekken de vissen naar zee.

Elft is in het midden van de jaren '30 van de vorige eeuw verdwenen in de Nederlandse zoete wateren (zie figuur bij houting: *Figuur 4-20*). Incidenteel zijn enkele exemplaren gevangen. Gedurende 2011-2015 worden elftlarven uitgezet in het Rijnstroomgebied in het kader van het LIFE herintroductieproject (LANUV 2011). Af en toe worden elften gevangen in het fuikenprogramma van WMR in de Nieuwe Waterweg (Keeken et al. 2016).

Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor elft is groot. Elft kan het bovenstroomse deel van de Rijn via drie routes bereiken: De Afsluitdijk, het Haringvliet en de Nieuwe Waterweg, waarbij momenteel alleen de laatste vrij optrekbaar is, en zeer recentelijk is de Haringvliet op een Kier in werking getreden. Elft plant zich voort in de middenstroomse gedeelten van het Rijngebied en voor de soort is het van belang dat ze op kunnen trekken tot de paaigronden. Een succesvolle passage van de Afsluitdijk is voor de Elft belangrijk als één van de routes richting de paaigronden. Het is momenteel onduidelijk hoe het herintroductieprogramma aanslaat. Er zijn nog vrijwel geen jonge elften waargenomen, maar die kunnen gemakkelijk over het hoofd worden gezien tussen de veel talrijker voorkomende jonge fint. Komend jaar worden de eerste terugkerende volwassen elften uit het uitzetprogramma verwacht.

Huidige passage-efficiëntie

Elft heeft, indien weer aanwezig, belang bij een passage van de Afsluitdijk. De passage-efficiëntie, is onbekend, maar wordt ingeschat op >50% naar analogie van zeeforel.

Verblijftijd/vertraging

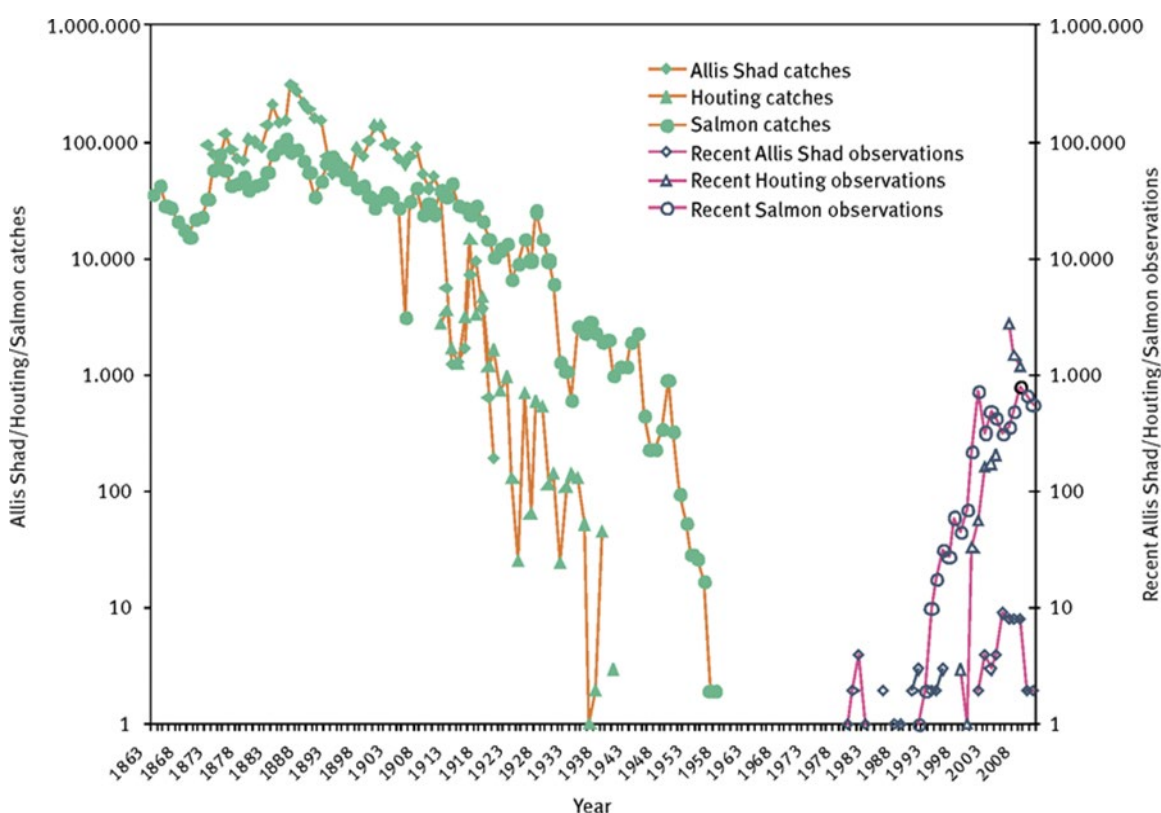
Elft heeft, indien weer aanwezig, belang bij een passage van de Afsluitdijk. Verblijftijd en of vertraging voor elft is onbekend.

4.9 Houting

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

De houting is een endemische soort van de Waddenzee en trekt de rivieren op om te paaïen (Poulsen et al. 2012). De eieren van de houting worden vrij in het water losgelaten en ze plakken vast aan grind en vegetatie (Poulsen et al. 2012). Wanneer houting niet de bovenstroomse delen de rivier kunnen bereiken door bijvoorbeeld obstructies, zijn zij genooddakt om beneden in de rivier te paaïen. De larven komen in februari tot maart uit het ei en zijn dan 10 mm groot (Borcherding et al. 2006). De jonge houtingen kunnen langere of kortere tijd in zoet water verblijven, waarna ze naar zee trekken (Borcherding et al. 2008).

Houting (*Coregonus oxyrinchus*) is één van de riviertrekvisseren, naast Europese steur (*Acipenser sturio*), Atlantische zalm (*Salmo salar*) en elft (*Alosa alosa*), die in de loop van de 20ste eeuw is uitgestorven in de Nederlandse stroomgebieden en na 1940 niet meer werd aangetroffen (Figuur 4-20). Nadat in 1992 een grootschalig herintroductieprogramma van houting werd gestart in de Duitse Rijn op basis van de laatste houting populatie in de Deense Waddenzee, zijn houtingen weer in toenemende mate aangetroffen in de Nederlandse grote rivieren en het IJsselmeergebied (Ingendahl, 2011; Keeken, 2016).

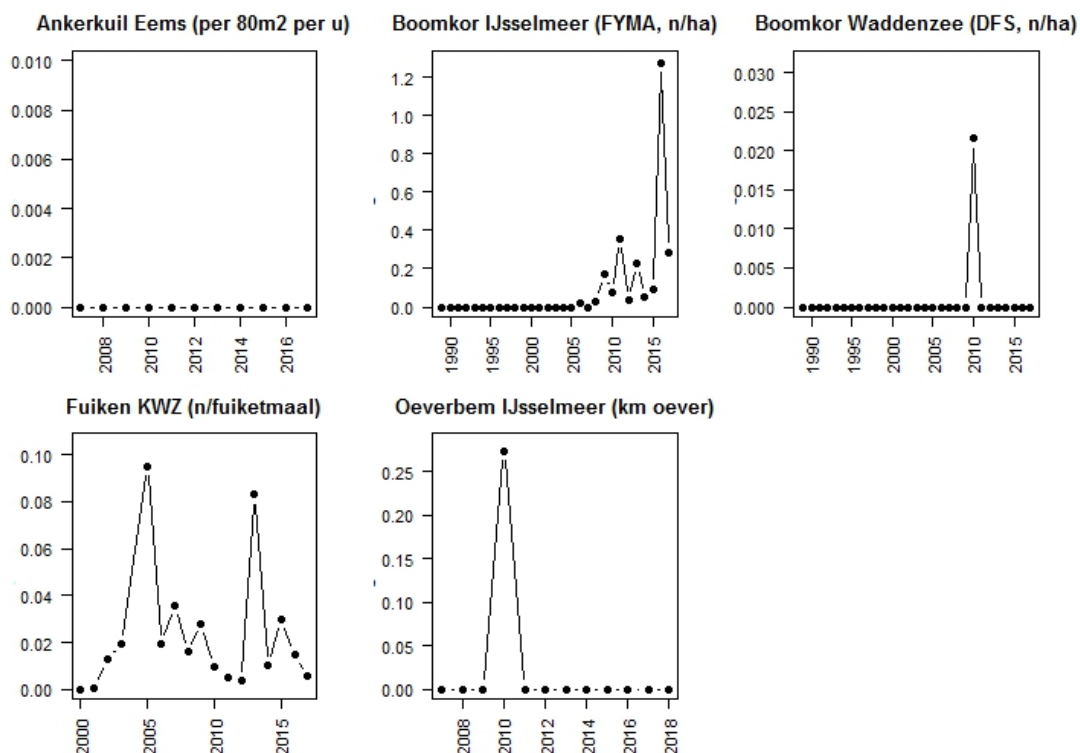


Figuur 4-20 Vangsten van de drie soorten riviertrekvisseren in de Rijn die zijn uitgestorven in de 1e helft van de 20^{ste} eeuw en vanaf de jaren '80 van de 20^e eeuw zijn geherintroduceerd: houting, elft ('allis shad', *Alosa alosa*) en zalm ('salmon', *Salmo salar*) (Ingendahl, 2011).

Het IJsselmeer blijkt nu een belangrijk leefgebied voor de succesvol uitgezette houting (Borcherding et al. 2008). Het hele jaar door worden hier houtingen van verschillende leeftijdsklassen aangetroffen. Onderzoek met Nedap-transponders laat zien dat een belangrijk deel van de volwassen houtingpopulatie in de paaïperiode november-december van het IJsselmeer de IJssel optrekt en na de paai weer terugkeert naar het IJsselmeer (Borcherding et al. 2013, Borcherding et al. 2014). Slechts een klein deel trekt verder dan de IJssel en trekt door naar het Duitse deel van het Rijnstroomgebied of naar de benedenrivieren. Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor houting is groot, echter een deel van de houtingpopulatie lijkt niet te migreren tussen de Waddenzee en het IJsselmeer. Uit analyses van otolieten bleek dat een deel van de houtingpopulatie het IJsselmeer als foerageergebied gebruikt en niet naar zee trekt (Borcherding et al. 2008, Winter et al. 2008). De soort plant zich voort in de zoete benedenstroomse delen van de rivier. Voor houting blijft het wel van belang dat deze de

rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. De IJssel lijkt een belangrijk paaigebied voor de houting die langs de Afsluitdijk en vanaf het IJsselmeer trekt (Borcherding et al. 2014).

In de fuiken bij Kornwerderzand wordt regelmatig houting gevangen. Er lijkt niet echt sprake van een neergaande trend. In het IJsselmeer wordt sinds 2006 houting gevangen in de boomkorsurvey. Dit lijkt een opgaande trend te zijn.



Figuur 4-21 Overzicht van vangsten voor houting in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.

Huidige passage-efficiëntie (Griffioen, 2014)

In 2014 zijn 5 houtingen voorzien van een zender en losgelaten in de spuikom van Kornwerderzand. Dit is gebeurd in het voorjaar, buiten het migratieseizoen (najaar). Alle vijf houtingen zijn gedurende lange tijd aan de Waddenzee-zijde waargenomen (10 tot 54 dagen). Hierbij werd elk van de houtingen bij alle stations in de spuikom gezien en bij de ingang van de Waddenzee-zijde van de scheepvaartsluis, maar geen enkele zwom door naar de scheepvaartsluisdeuren. Van de vijf zijn er drie (60%) succesvol naar het IJsselmeer gezwommen en twee zijn tot in juni aan de buitenzijde waargenomen tot dichtbij het tijdstip waarop de receivers zijn opgehaald en uitgelezen. De tijdsintervallen waarbinnen deze drie houtingen via de kokers zijn gepasseerd varieerde van maximaal 6 tot 28 minuten. Het aantal detecties per vis is zeer hoog en dagen met veel detecties werden afgewisseld met perioden van absentie bij de receivers (Griffioen, 2014).

Houting vertoont weinig variatie in individueel gedrag. De paaimigratie voor houting vindt pas in het late najaar plaats (oktober- december). Omdat houting zowel in zoet als zoutwater kan foerageren is het onduidelijk of het waargenomen gedrag foeragegedrag of zoekgedrag reflecteert, of een combinatie van beide. Het feit dat drie van de vijf houtingen naar binnen zijn getrokken waarvan er geen één weer is teruggekeerd naar de Waddenzee, suggereert dat tenminste een deel van de tijd een motivatie om naar zoetwater te trekken aanwezig was bij deze houtingen. Ook voor houting is het korte tijdsinterval waarbinnen deze naar binnen moeten zijn getrokken gerelateerd aan de gedetailleerde spuigegevens (zie beschrijving bij paragraaf over zee prik hierboven).

In tegenstelling tot zee prik, hebben de drie houtingen identieke spuisituaties benut, namelijk 4 spuiokers op een kier (VIS-spuien) en 6 spuiokers die volledig spuiden (Figuur 4-17). Twee houtingen zijn via de oostelijke spuiokers binnen getrokken en één houting is aan de Waddenzee-zijde voor het laatst gezien aan de westelijk kant van de spuiokers en aan de IJsselmeer-zijde voor het eerst aan de

oostelijke zijde, zodat in principe alle spuikokers in aanmerking komen als potentiële passageroute. Twee houtingen benutten het laatste deel van de spuiperiode, terwijl houting 15099 in het eerste deel van de spuiperiode binnentrok. Houting 15100 trok binnen vlak voor het einde van de spuiperiode als de stroomsnelheden in de kokers het kleinst zijn (zie figuur 1-21).

Verblijftijd/vertraging

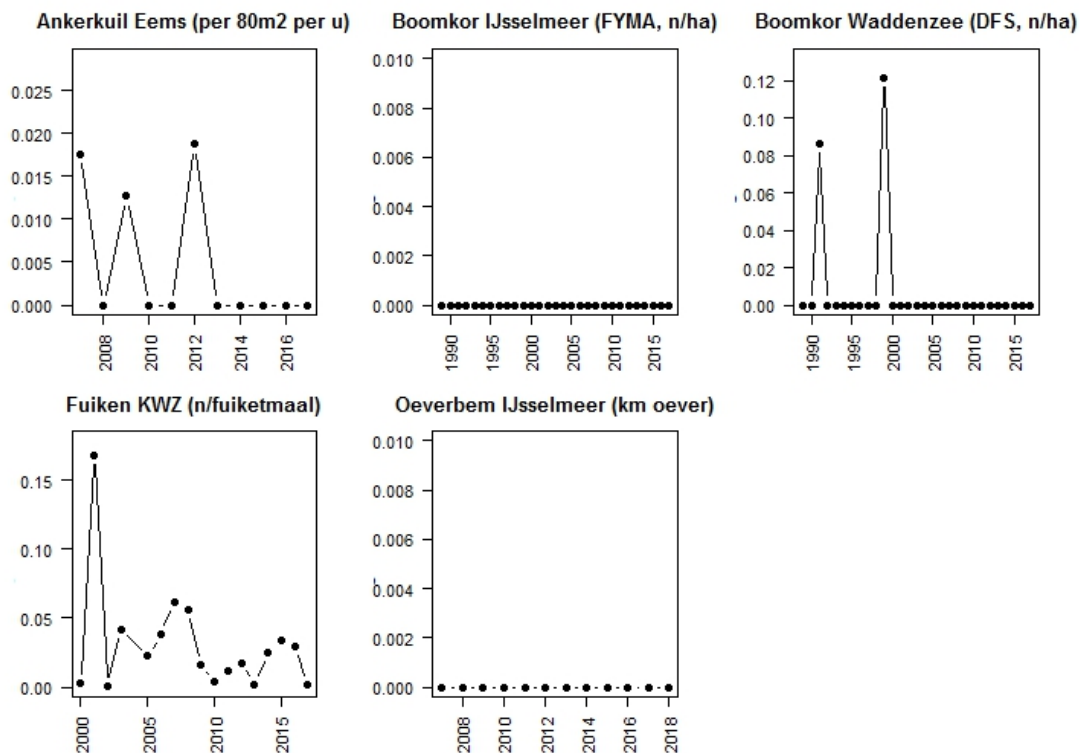
Houting is met een zenderstudie onderzocht buiten het migratieseizoen. Omdat het onduidelijk is of de gemerkte vissen ook daadwerkelijk gemotiveerd waren om naar binnen te trekken, is het niet vast te stellen wat de verblijftijd en of vertraging is geweest. Wel zijn de gemerkte vissen 10-54 dagen in de spui kom waargenomen.

4.10 Zeeprik

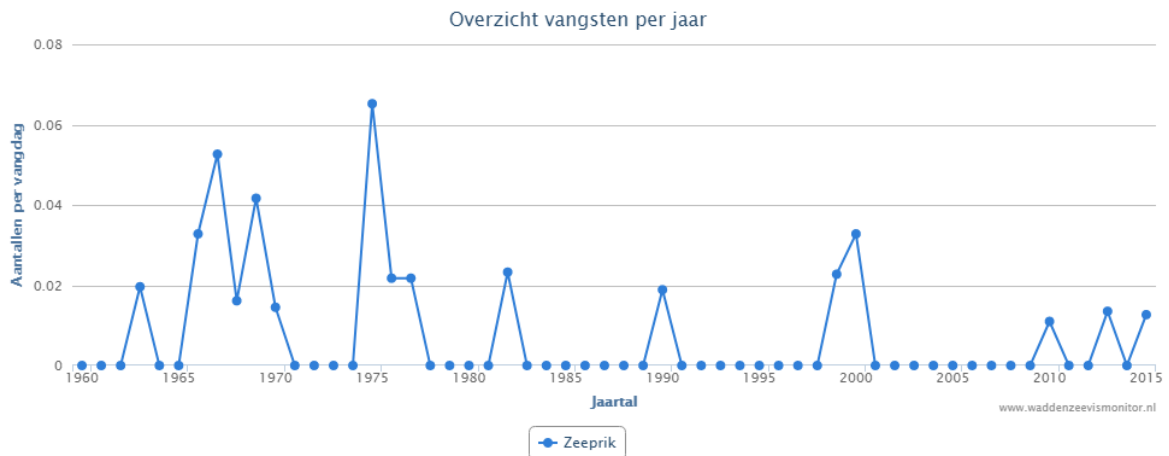
Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

Zeeprik behoort evenals de rivierprik tot de orde der rondbekken. De zeeprik leeft het grootste deel van zijn leven (6-8 jaar) als ammocoete in zoet water voordat deze uiteindelijk in het najaar naar zee trekt. Daar vindt een snelle groei als parasiet op andere vis plaats en na enkele jaren keert de zeeprik in het voorjaar terug naar de rivieren om verder stroomopwaarts te paaïen. Van zeeprik is nog grotendeels onbekend in hoeverre er een paaipopulatie voorkomt in het stroomgebied van de Nederlandse rivieren. De in het IJsselmeergebied gemelde zeeprikken kunnen afkomstig zijn uit ons omringende landen, omdat ze niet noodzakelijkerwijs terug gaan naar hun geboorterivier (Bergstedt and Seelye 1995). Ze selecteren rivieren op de aanwezigheid van feromonen die door de ammocoeten worden uitgescheiden (Bjerselius et al. 2000, Vrieze et al. 2010). Het belang van de migratie tussen zoet en zout water voor zeeprik is groot. Voor de soort is het van belang dat deze de rivier op kunnen trekken tot de paaigronden. Omdat zeeprikken geen *homing* vertonen, maar afgaan op feromonen van de larven is de Afsluitdijk één van de doorgangen richting eventuele geschikte paaigronden, maar maakt deze zeeprik waarschijnlijk del uit van een grotere mengende populatie in de Noordzee. Ook de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet zijn bijvoorbeeld locaties waar zeeprikken kunnen intrekken. In welke mate de IJssel een route richting paaigronden op de Rijn vormt is onbekend, maar lijkt wel waarschijnlijk. Op de Noordzee worden zeeprikken slechts incidenteel aangetroffen. In de kustzone zijn de waarnemingen talrijker. Dit verschil is zeer waarschijnlijk beïnvloed door het trekgedrag in relatie tot de voortplanting en de grotere monsterinspanning in de kustzone. De zeeprik trok vroeger vanuit de Noordzee in de rivieren stroomopwaarts, in de Rijn tot Basel en in de Maas tot diep in België. Ook in de Schelde en de Eems is de zeeprik van oudsher aanwezig. Het aantal waarnemingen van de soort in de grote rivieren is vanaf 1960 sterk afgenomen en vertoont een dieptepunt in de jaren '70 en '80. Toch is de soort nooit geheel verdwenen uit de Maas en Rijn. De zeeprik gebruikt ons land vooral als opgroeigebied voor de larven (ammocoeten) en als doortrekgebied voor volwassen dieren (adulten) die op weg zijn naar geschikte paaiplaatsen in Duitsland en België. Mogelijk bevinden zich echter ook in ons land paaiplaatsen: zo zijn bijvoorbeeld in de Roer sinds 2004 ammocoeten gevonden en zijn in 2009 en 2010 ook enkele volwassen paairijpe zeeprikken waargenomen. Zeeprikken gezenderd bij Lith trekken relatief snel door richting bovenstroomse gebieden, waarbij in enkele dagen 120 km afgelegd is met een gemiddelde snelheid van 0.7 m/s. Ook bestaat de indruk dat de zeeprik meer stroomafwaarts in de Maas paaït, aangezien er dode zeeprikken gevonden zijn in juni/juli bij Lith.

In zowel de NIOZ-fuik als het fuikenprogramma bij Kornwerderzand worden zeeprikken gevangen. De aantallen zijn laag. Bij Kornwerderzand worden jaarlijks wel enkele exemplaren gevangen (7 fuiken), terwijl dit bij de NIOZ-fuik slechts enkele zijn in de afgelopen jaren (1 fuik). Dit zou een aanwijzing kunnen zijn dat zeeprikken graag naar binnen willen bij de Afsluitdijk.



Figuur 4-22 Overzicht van vangsten voor zeeprík in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.



Figuur 4-23 Overzicht van vangsten voor zeeprík in de 'NIOZ fuik' bij Texel. Deze fuik wordt dagelijks geleegd en vangsten worden gepresenteerd op www.waddenzeevismonitor.nl

Huidige passage-efficiëntie

In 2014 is met 25 zeepríkken een telemetrisch experiment uitgevoerd. Hiervan zijn er 4 succesvol binnen getrokken. Afhankelijk of kort na het zenderen wegtrekkende zeepríkken worden mee genomen in de efficiëntieschatting komt de efficiëntie uit op 16-35%.

Verblijftijd/vertraging

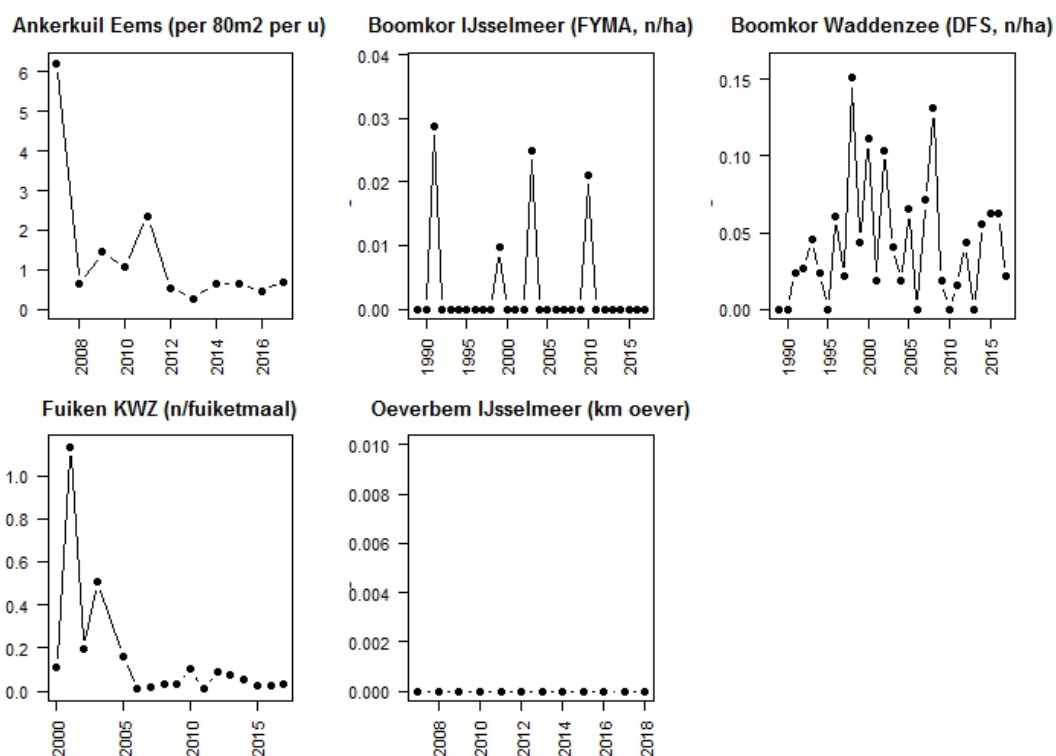
Zeepríkken ondernemen vaak meerdere pogingen om in te trekken afgewisseld met perioden van afwezigheid en naast een relatief gering intrek succes voor een dergelijke goede zwemmer, lijkt tenminste een deel ook extra vertraging op te lopen bij de Afsluitdijk bij Kornwerderzand (Griffioen et al. 2014b). Deze varieert van dagen tot vele weken. Bij het zoekgedrag wordt de gehele spuikom gebruikt.

4.11 Rivierprik

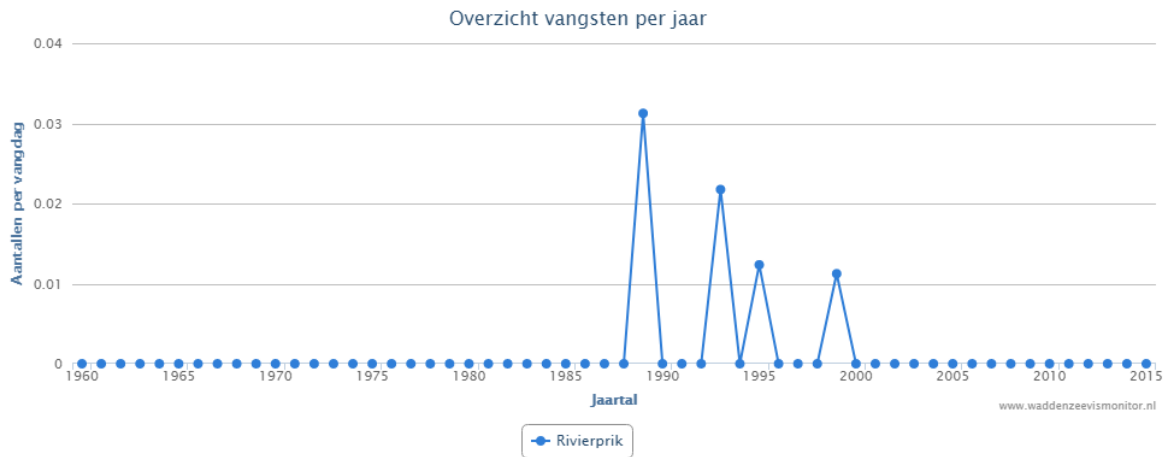
Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

Rivierprik behoort evenals zeeprik tot de orde der rondbekken (Agnatha). Rivierprik wordt vaak meegenomen in beschouwingen over vis, mede vanwege hun anadrome levenscyclus en visachtige voorkomen. Volwassen rivierprikken trekken na enkele jaren op zee de rivieren op, naar hoger stroomopwaarts gelegen paaigebieden. De prikken sterven na de paai. De jonge prikken (zogenoemde ammocoeten) verblijven enige jaren als filterfeeder in de waterbodem van rivieren en trekken bij een lengte van ongeveer 12 cm naar zee om als parasiet op andere vissen te leven totdat ze volgroeid zijn (ongeveer 30-40 cm). Waarnemingen van beroepsvissers geven aan dat jonge uittrekkende rivierprik worden gevangen bij de spuikom van Kornwerderzand (pers. comm. van Malsen), wat zou kunnen wijzen op paaigronden van wateren die uitmonden in het IJsselmeer zoals de IJssel. In de Overijsselse Vecht zijn ook rivierprikken waargenomen (Winter 2007). Rivierprik dringt niet ver het Rijnstroomgebied in en lijkt met name in de benedenstroomse delen en zijbeken te blijven hangen om te paaien. Omdat de rivierprik een migratiepiek kent in december en mogelijk januari blijft deze vaak onderbelicht in fuikenmonitoring of vangsten omdat de fuiken vaak voor eventuele ijsvorming worden verwijderd. Om deze reden wordt er door LNV en RWS een extra maand gevist op rivierprik in het Haringvliet en Kornwerderzand (IJsselmeerszijde). In 2012 is er zichtbaar dat rivierprik pas echt binnen trekt begin december (Griffioen and Kuijs 2013b). Dit is ook zichtbaar aan de buitenzijde toen er in het kader van de VMR in december werd doorgevist (Griffioen and Winter 2014b).

In het fuikenprogramma worden bij de Afsluitdijk regelmatig rivierprikken gevangen. Hierbij lijkt een afname zichtbaar sinds 2003 en stabiel laag vanaf 2006. Uit vergelijkend vissen met kuil en fuik blijkt dat rivierprik zich ophoopt in de diepte van de spuikom (Griffioen and Winter 2014b).



Figuur 4-24 Overzicht van vangsten voor rivierprik in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.



Figuur 4-25 Overzicht van vangsten voor rivierprik in de 'NIOZ fuik' bij Texel. Deze fuik wordt dagelijks gelegeerd en vangsten worden gepresenteerd op www.waddenzeevismonitor.nl

In 2013 en 2014 heeft er een onderzoek plaatsgevonden met rivierprik. Hiervoor zijn in totaal 308 prikken met een merk (12mm PIT-tag) voorzien waarvan 77 (25%) in de fuiken en 231 middels commerciële kuilvisserij in de spuikom. Hiervoor is er op aanraden van de beroepsvissers (van Malsen) extra diep gevist in de spuikom om de prikken te vangen. In totaal zijn er vier terugvangsten gedaan, waarvan drie in de kuilvisserij en één prik die was gemerkt na kuilvisserij en is teruggevangen in een fuik. De tijd tussen merk en terugvangst was respectievelijk 47 dagen, 27 dagen, vier dagen en één dag, waarbij de uitzet- en de vangstlocatie binnen het spuicomplex verschilden.

Op basis van dit experiment kan er ook gerekend worden aan een aanbodschatting naar analogie van schieraal op het Noordzeekanaal (Griffioen and Winter 2017b). Met behulp van de zogenaamde 'unbiased modified Lincoln-Petersen' methode (Ricker 1975, Pollock et al. 1990) kan een populatieschatting worden gemaakt. Deze methode is er op gebaseerd dat de verhouding tussen het totale aantal gemerkte dieren (**M**) en de werkelijke populatiegrootte (**N**) gelijk is aan de verhouding tussen het aantal teruggevangen gemerkte dieren (**R**) en het totaal aantal gevangen dieren die op gemerkte dieren zijn gecheckt (**C**). De populatiegrootte (**N**) kan dan worden geschat conform de volgende formule (1):

$$N = \frac{(M + 1)(C + 1)}{R + 1} \quad (1)$$

Om de standaard deviatie (**SD**) van de geschatte populatiegrootte **N** te berekenen wordt **R** als binomiale variabele behandeld en berekend conform Seber (1970) met de volgende formule (2):

$$SD = \sqrt{\frac{(M + 1)(C + 1)(M - R)(C - R)}{(R + 2)(R + 1)^2}} \quad (2)$$

Tijdens de uitvoering van het experiment zijn in totaal 308 rivierprikken gevangen, 77 in de fuiken ten tijde van het experiment en 231 in de kuilvisserij. In totaal zijn er 122 gevangen gevangen voordat de PIT-tagging van start ging op 4 december 2013. Dit maakt dat er in totaal 312 gevangen prikken zijn gecheckt op een merk. Hiervan zijn 308 voorzien van een PIT-tag, waarvan 4 zijn terug gevangen. Alle gevangen prikken, ook de terug gevangen gemerkte schieraal, zijn na vangst teruggezet in de spuikom.

- Aantal gemerkte rivierprikken (**M**): **308**
- Aantal terug gevangen gemerkte rivierprikken (**R**): **4**
- Aantal gevangen rivierprikken die op gemerkte prikken zijn gecheckt (**C**): **312**

De geschatte populatiegrootte **N** en **SD** is **19343 ± 3172** rivierprikken gedurende de periode 4 december 2013 – 28 februari 2014 waarin het merk-terugvangst experiment is uitgevoerd.

Vóór 4 december zijn er ook rivierprikken gevangen (122) terwijl er toen nog geen terugvangst mogelijk was omdat het merken toen nog niet was begonnen. Als we ervan uitgaan dat de verhouding tussen totaal aantal aanwezige rivierprikken en de vangst van de rivierprikken gelijk blijft (19.343/312, oftewel 62:1), dan zouden er voorafgaand aan het merkexperiment gedurende 2 september 2013 – 4 december 2013 nog 7564 rivierprikken gepasseerd zijn (62*122). Als we deze bij de populatieschatting optellen komen we op een aanbodschatting van **26907** rivierprikken die tijdens de najaarsmigratie vanuit de Waddenzee zich aandienden bij de spuisluizen van Kornwerderzand. Een eerdere inschatting viel uit op 1000-en – 100.000-en (Griffioen et al. 2014a). De schatting voor 2013 valt hier binnen en het aanbod zal afhankelijk zijn van jaarklassen.

Huidige passage-efficiëntie

De huidige passage-efficiëntie van rivierprik bij Kornwerderzand is niet bekend.

Verblijftijd/vertraging

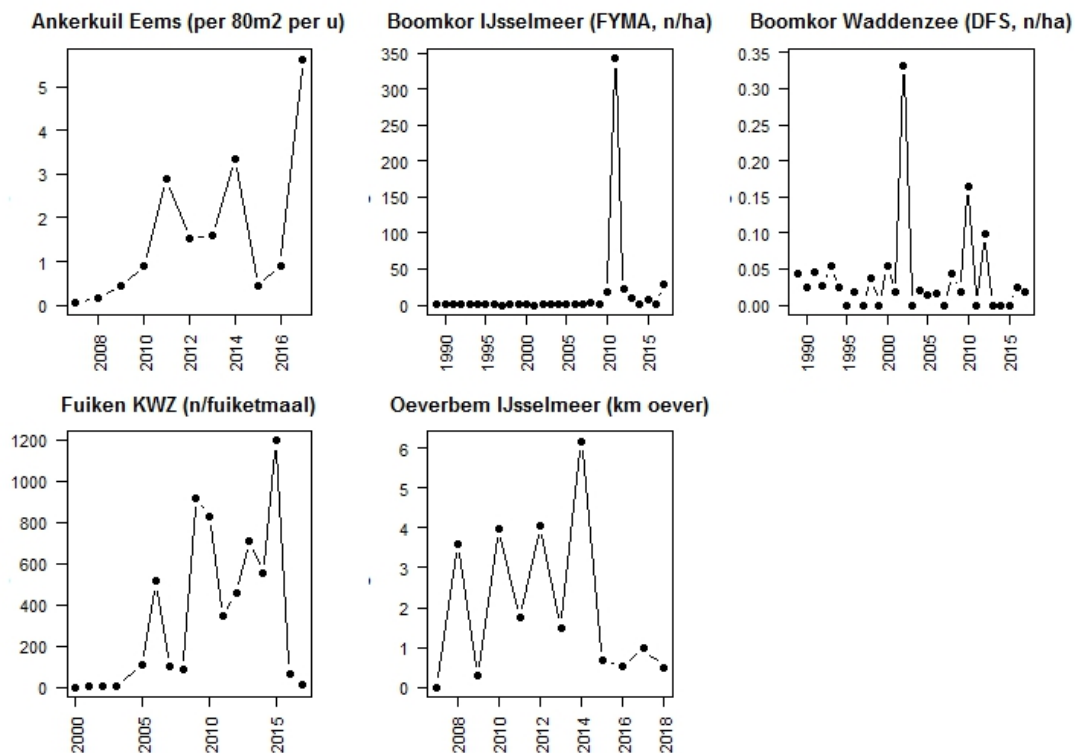
De tijd tussen merk en terugvangst was respectievelijk 47 dagen, 27 dagen, vier dagen en één dag, waarbij de uitzet- en de vangstlocatie binnen het spuicomplex verschilden (Griffioen and Winter 2014b). Observaties van de gebr. van Malsen gaven aan dat de prikken eind februari en begin maart zeer mager waren en bovendien donkere vlekken hadden.

4.12 Driedoornige stekelbaars

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

Driedoornige stekelbaars is een zeer flexibele soort die zich zowel in zout, brak, als zoet water kan voortplanten en zowel resident (morfotype: *leiurus*) als anadroom (morfotype: *trachurus*) kan zijn. Stekelbaars heeft dus migrerende en niet-migrerende subpopulaties in zowel zoet- als zoutwater. Hoe de huidige verdeling tussen de populaties met verschillende migratiestrategieën is, is onbekend, al is het zeker dat de migrerende anadrome variant veel minder talrijk is geworden door barrières tussen het zoete en het zoute water. Voor de migrerende subpopulaties is migratie tussen zoet en zout van belang, voor de niet-migrerende subpopulaties zijn zoet-zout overgangen niet van belang. Hoe meer residente zoutwaterpopulaties zijn vertegenwoordigd in het aanbod bij Kornwerderzand is onbekend (Ahnelt 2017).

Driedoornige stekelbaars is door zijn kleine lichaamslengte een goede prooi voor visetende vogels zoals lepelaars, sterns, meeuwen, reigers, zaagbekken etc. Maar ook piscivore vissen zoals snoek, baars en wellicht ook zoutwatervissen in de Waddenzee zoals zeebaars, prederen op stekelbaars. Driedoornige stekelbaars komt slechts in zeer klein aantal voor langs de oevers van het IJsselmeer (Overzee van et al. 2011), waarbij het hier waarschijnlijk veelal om de niet-trekkende populatie zal gaan (pers. comm. O.A. van Keeken). In vergelijking met de historische situatie is de trekkende driedoornige stekelbaars in het achterland van de Afsluitdijk enorm afgenomen.



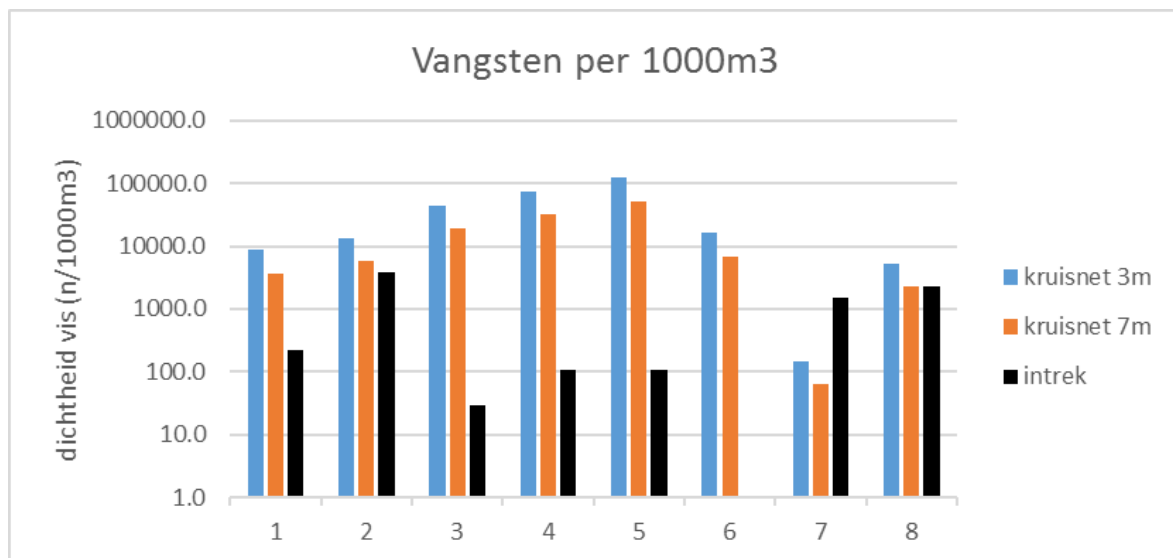
Figuur 4-26 Overzicht van vangsten voor driedoornige stekelbaars in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.

Huidige passage-efficiëntie

De huidige passage-efficiëntie voor stekelbaars is onbekend. Echter een zelfde redenatie is gevolgd als voor aal waarbij een aanbodschatting wordt vergeleken met intrekmetingen. Op basis van een dichtheidsvergelijking blijkt dat er geen sterke ophoping pal voor de deur is geweest (buiten bereik van kruisnetvangsten). De vangsten in de intrekmeting lijken in meeste gevallen een factor 10-100 lager te liggen dan het aanbod (Tabel 3, Figuur 4-27). Behalve op de 7^{de} meting (13 juni) lag de intrek een factor 10 hoger.

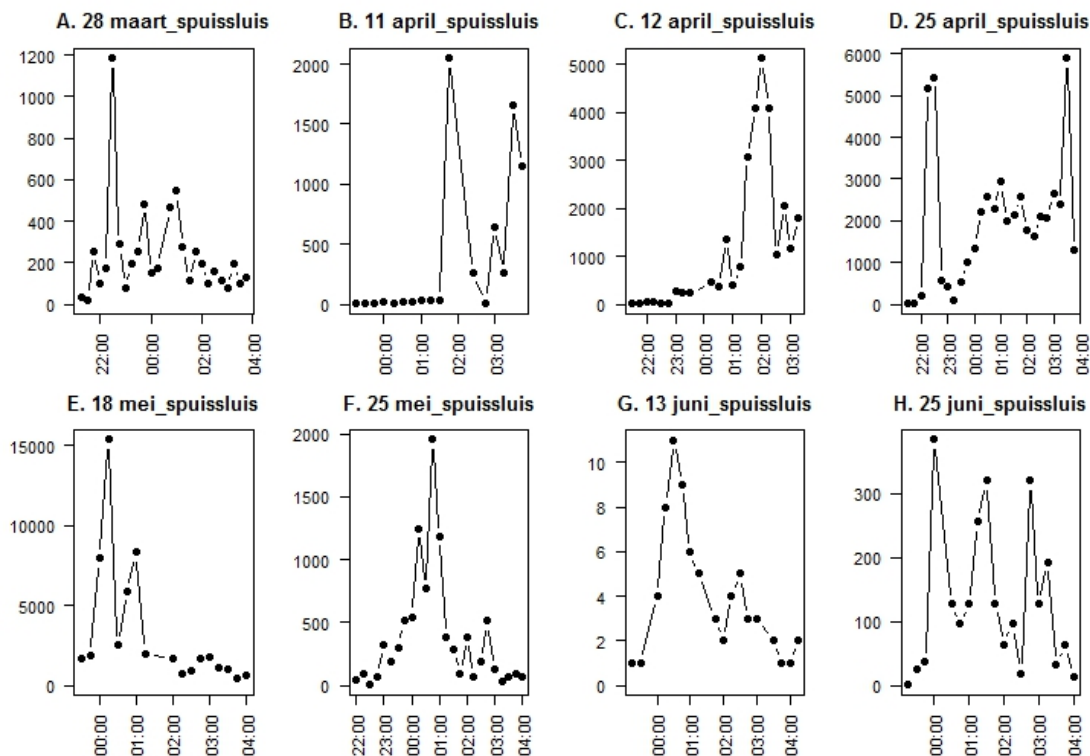
Tabel 3 Vangst gegevens voor driedoornige stekelbaars van de kruisnetten en intrekmetingen. De tabel geeft de vangst datum, de totale vangst, de gemiddelde vangst per trek, het aantal glasaal per volume en de intrekmeting van ATKB weer. Dit is berekend voor kruisnet metingen indien gevist op 3 of 7 meter diepte (zie tekst in hfst 4.5 voor uitleg).

datum	meting	totale vangst	trekken	tijd intrek	n per trek	kruisnet				
						3 meter	7 meter	per 1000m3	per 1000m3	intrek
						per 1m3	per 1m3	kruisnet 3m	kruisnet 7m	per 1000m3
28/mrt	1	6093	26	0:16	234.3	8.7	3.7	8679.5	3719.8	226
11/apr	2	6200	17	21:40	364.7	13.5	5.8	13507.6	5789.0	3925
12/apr	3	26545	22	23:35	1206.6	44.7	19.2	44688.6	19152.2	30
25/apr	4	51317	26	21:54	1973.7	73.1	31.3	73101.1	31329.1	109
14/mei	5	55680	17	1:30	3275.3	121.3	52.0	121307.2	51988.8	106
25/mei	6	9550	22	22:29	434.1	16.1	6.9	16077.4	6890.3	0
13/jun	7	71	18	2:30	3.9	0.1	0.1	146.1	62.6	1521
25/jun	8	2432	17	0:02	143.1	5.3	2.3	5298.5	2270.8	2315



Figuur 4-27 Het verloop van vangsten over de 8 meetdata omgerekend naar $n/1000m^3$ (log-schaal) voor de kruisnetten (indien gevist op 3meter, blauw, en op 7 meter, oranje) en de intrekmeting (zwart) in de spuisluis. Gepresenteerd met een logaritmische schaal. Wanneer er sprake is van sterke concentratie voor de deuren vlak voor deze opengaan, verwachten we dat intrek hoger is dan kruisnet.

Evenals bij glasaal zitten er vele kanttekeningen aan deze benadering (zie hfst 4.5). Ook bij driedoornige stekelbaars is het verloop van vangsten in de tijd aanwezig (Figuur 4-28) en dit zal van invloed zijn op de verhouding tussen aanbod en intrekmeting. Daar komt bij dat de vangstefficiëntie voor stekelbaars op een kruisnet lager ligt dan bijvoorbeeld glasaal (Griffioen et al. 2014b).



Figuur 4-28 Verloop van stekelbaars kruisnetvangsten (3x3m) voor de spuissluis.

Om een schatting te maken voor de intrekefficiëntie van driedoornige stekelbaars is een zelfde doorberekening van 3 scenario's gedaan als voor glasaal: (1) alle stekelbaars komt voor de deuren voor (minimum). (2) alle stekelbaars komt in de zuidelijke helft van de spuikom voor (3) alle stekelbaars komt in de hele spuikom voor (maximum); zie figuur 1-16. Echter, voor driedoornige stekelbaars is scenario 1 of 2 mogelijk meer waarschijnlijk dan scenario 3, omdat er significant meer werden gevangen in de zuidelijke helft van de spuikom (Griffioen et al. 2014b). Echter, niet tussen alle locaties was er een significant verschil gevonden.

Met deze benadering komt de passage-efficiëntie neer op 0.4-2.0%, waar het eerder 2.0% is op basis van eerder onderzoek en verdeling van driedoornige stekelbaars over de gehele spuikom. Er zijn geen aanwijzingen dat er grote hoeveelheden driedoornige stekelbaars ophopen voor de deuren op basis van dichtheidsvergelijkingen (Figuur 4-27). De berekening is de best mogelijke bepaling op basis van de beschikbare gegevens. We zijn ons bewust van de beperkingen (eerder genoemd bij glasaal).

Tabel 4 Schatting voor passage-efficiëntie voor driedoornige stekelbaars doorgerekend voor 3 scenario's. Op basis van eerder onderzoek is scenario 1 of 2 de meest waarschijnlijke omdat deze rekening houdt met een ongelijke verdeling van driedoornige stekelbaars in de spuikom. De tabel geeft het aanbod weer omgerekend naar 1m² dit aantal is omgerekend naar 3 scenario's voor verdeling van het totale aanbod (Figuur 4-12). Het totale aantal stekelbaarzen wat is doorgetrokken (van de Ven 2018) en het percentage wat is doorgetrokken ten opzichte van het aanbod (3 scenario's).

datum	aanbod scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doc	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)	
28/mrt	26.0	1562308	4296346	8592692	6794	27176	1.7	0.6	0.3
11/apr	40.5	2431373	6686275	13372549	69141	276564	11.4	4.1	2.1
12/apr	134.1	8043939	22120833	44241667	546	2184	0.0	0.0	0.0
25/apr	219.3	13158205	36185064	72370128	9737	38948	0.3	0.1	0.1
14/mei	363.9	21835294	60047059	120094118	8299	33196	0.2	0.1	0.0
25/mei	48.2	2893939	7958333	15916667	28	112	0.0	0.0	0.0
13/jun	0.4	26296	72315	144630	137	548	2.1	0.8	0.4
25/jun	15.9	953725	2622745	5245490	850	3400	0.4	0.1	0.1
gemiddelde							2.0	0.7	0.4

Verblijftijd/vertraging

Net als een exacte passage-efficiëntie is voorstelbaars de verblijftijd en vertraging onbekend. In IJmuiden is doormiddel van VIE-tags vastgesteld dat er een verblijftijd van 11 dagen kan zijn (Griffioen et al. in prep). Echter, over het algemeen werd waargenomen dat de vertraging beperkt bleef, maar wel aanwezig was. De situatie bij IJmuiden wordt, met de vele scheepsluizen en migratievoorziening, gunstiger ingeschat in vergelijking met Kornwerderzand.

4.13 Spiering

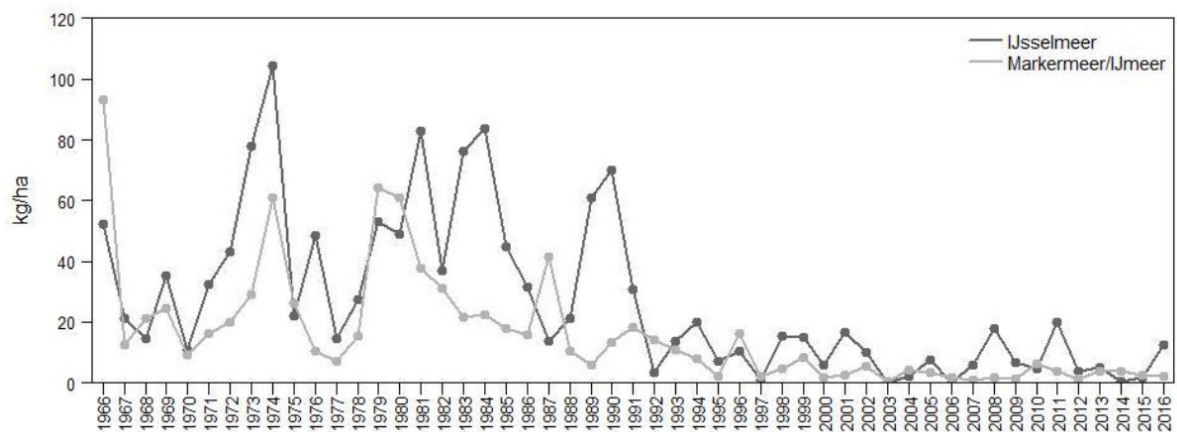
Aantalsinschatting en trend/populatie omvang (van der Hammen et al. 2017)

Spiering in het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer is grotendeels een zogenaamde standpopulatie, waarbij de spiering al binnen 1 jaar geslachtsrijp is en (het grootste gedeelte van) de spiering niet migreert naar het zoute water, maar hun hele leven in het zoete water blijft. Het grootste gedeelte van de spiering in het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer wordt niet ouder dan 1 jaar maar meerjarige spiering komt voor, met name wanneer geen visserij op paaiende spiering plaatsvindt (Van der Hammen et al. 2017).

Een aanzienlijk gedeelte van de spiering in het IJsselmeer verlaat het IJsselmeer via de spuisluizen naar de Waddenzee. Het is niet duidelijk of dit passief uitspoelen is of een actieve migratie die vooral optreedt in het najaar (september – november). Drost & de Witte (niet gepubliceerd, referentie in Tulp et al, 2013) schatten de omvang op 195 ton of 65 miljoen spiering, ongeveer 1/3 van de populatie die zo de Waddenzee op zwemmen. Spiering in de Waddenzee probeert ook vanuit de Waddenzee het IJsselmeer te bereiken, waarschijnlijk om te paaien. Dit gebeurt vooral in maart, vlak voor de paai. Deze vissen kunnen nauwelijks door de sluizen naar binnen komen en drommen samen in de spuikommen, waar er een intensieve visserij door een klein aantal schepen plaatsvindt.

Een belangrijke vraag is in welke mate diadrome spiering weer terug het IJsselmeer in probeert te komen om bij te dragen aan de nieuwe aanwas van spiering in het IJsselmeer en in welke mate ze hierin slagen. Tulp et al (2013) bestudeerden de isotopenverhouding van het element strontium (^{88}Sr) en Ca van otolieten van spiering uit het Markermeer, IJsselmeer en uit de Waddenzee. De waarden vanaf de kern van de otoliet naar de rand geven een indicatie of spiering in het zoute water of in het zoete water is gegroeid. Ze concludeerden dat er geen bewijs was dat spiering uit de Waddenzee bijdraagt aan de paaipopulatie van het IJsselmeer. Ze concludeerden echter ook dat er niet genoeg bewijs was dat het niet gebeurt. Als spiering net voor en tijdens de paai niet eet, wordt er ook geen strontium afgezet op de otolieten en zal een eventueel zout signaal niet zichtbaar zijn. Bovendien was er slechts 1 spiering groter dan 12 cm in het IJsselmeer gevangen die gebruikt kon worden voor de analyses. In een (ongepubliceerde) vervolgstudie zijn enkele tientallen grote (>10cm) spiering, gevangen in de paaiperiode in de IJsselmonding (het historische paaigebied), geanalyseerd op de Sr/Ca verhouding en ook uit deze studie kwam geen bewijs dat diadrome spiering in de paaiperiode bijdraagt aan de IJsselmeerpulatie. Tulp et al (2013) noemen verder nog dat er observaties zijn van Waddenzeespiering die door de sluizen komt (Kruitwagen, niet gepubliceerd, referentie in Tulp et al, 2013). Uit de openwater monitoring op het IJsselmeer blijkt dat er ook af en toe grote spiering wordt gevangen (groter dan 12 cm, maar af en toe ook groter dan 20cm). Dit zijn piscivore spieringen, vaak in goede conditie, maar het is onduidelijk in hoeverre dit diadrome spiering betreft. De fecunditeit van grotere vissen en vissen met een betere conditie is vaak beter, waardoor zelfs een klein aandeel diadrome vis in de paaipopulatie een belangrijk aandeel zou kunnen hebben in de aanwas van jonge vis (Tulp et al 2013).

Sinds 1966 wordt het visbestand in het open water van het IJsselmeer en Markermeer-IJmeer jaarlijks door WMR bevestigd. Vanaf 1989 zijn de meetstations (ligging en aantal) voor deze monitoring gestandaardiseerd. Tot en met 2012 werd de monitoring met een grote kuil uitgevoerd. In 2013 is de grote kuil als vistuig vervangen door de verhoogde 4-meter boomkor. In 2012 is een experiment uitgevoerd om het vangstsucces van de verhoogde boomkor en de grote kuil te vergelijken. Hiervoor is simultaan met een verhoogde boomkor en een grote kuil gevestigd. Voor aantallen spiering bleken geen verschillen tussen de tuigen detecteerbaar (van der Sluis et. al. 2014), waardoor beide bemonsteringen samen worden genomen. In de najaarsbemonstering worden in oktober en november jaarlijks 29 trekken op het IJsselmeer en 14 trekken op het Markermeer-IJmeer uitgevoerd. Voor 1989 was de survey niet gestandaardiseerd, waardoor de gegevens niet goed direct vergeleken worden met de periode vanaf 1989. We laten hier wel de hele tijdsserie zien (*Figuur 4-29*, in biomassa per hectare), omdat het een heel duidelijk beeld geeft van de grote verschillen tussen het bestand in het eerste deel en in het tweede deel van de tijdsserie.

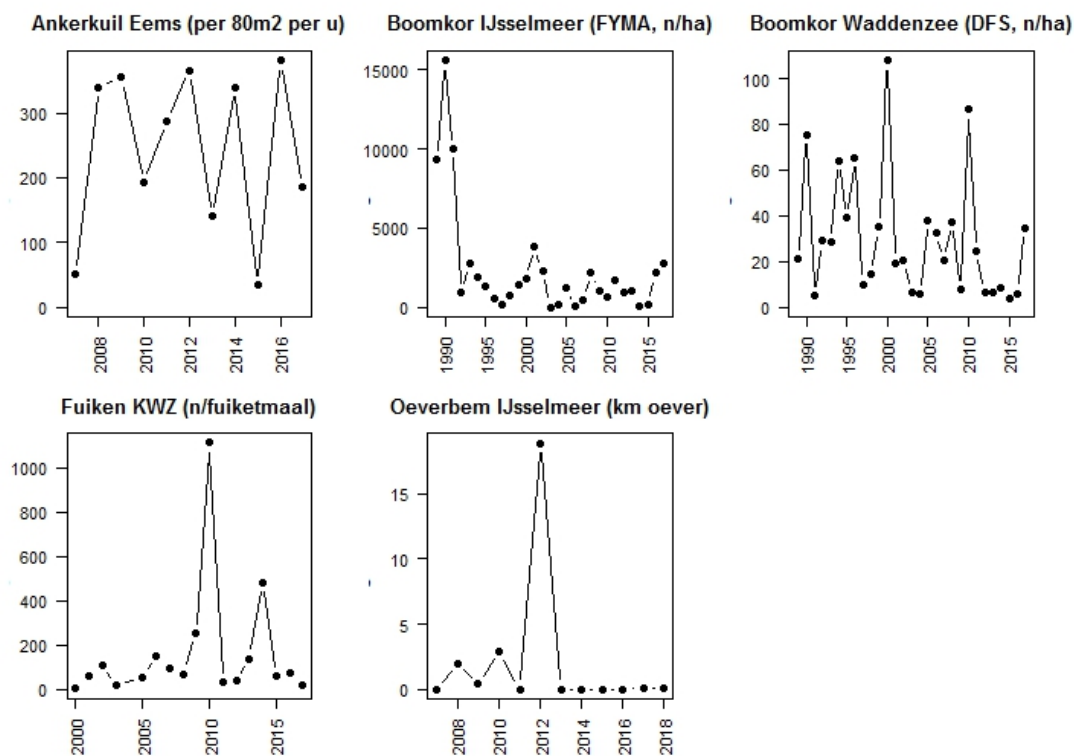


Figuur 4-29 Spieringtrend in het IJsselmeer en in het Markermeer-IJmeer in de najaarsbemonstering vanaf 1966 (biomassa/hectare) (van der Hammen et al. 2017).

Van der Hammen et al. (2017) concluderen het volgende:

1. Het spieringbestand is zowel in het IJsselmeer als in het Markermeer-IJmeer sterk afgenomen in het begin van de jaren 1990 en heeft daarna nooit meer de bestandsgrootte van voor die tijd bereikt.
2. In de 'lage' periode van na het begin van de jaren 1990 zijn er uitzonderlijk slechte spieringjaren voorgekomen (1997, 2003, 2004, 2006, 2007, 2014, 2015).
3. Het bestand herstelt zich niet meteen na die slechte jaren, het jaar er na is veelal ook een slecht spieringjaar (2003-2004, 2006-2007, 2014-2015).
4. Er wordt grote spiering gevangen (>10cm) in de najaarsbemonstering, waarvan we aannemen dat deze 1+ is. In enkele slechte spieringjaren (2004 en 2015) is er bijna alleen maar grote spiering en lijkt recruitment nagenoeg afwezig.

Een duidelijke stock-recruitment relatie ontbreekt



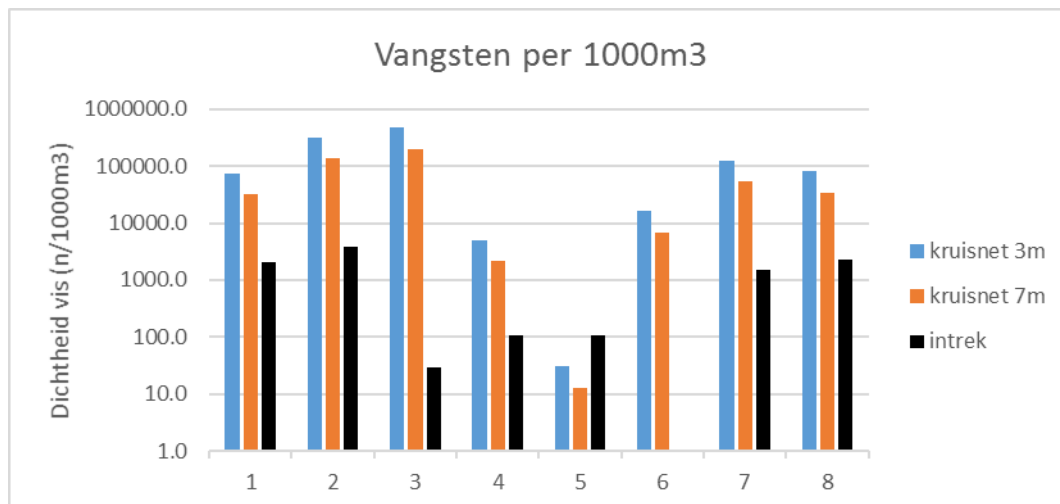
Figuur 4-30 Overzicht van vangsten voor spiering in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.

Huidige passage-efficiëntie

De huidige passage-efficiëntie voor spiering is onbekend. Wel is bekend dat de bijdrage van diadrome aan de spieringpopulatie op het IJsselmeer beperkt is (Tulp et al. 2013). Echter een zelfde redenatie is gevolgd als voor glasaal waarbij een aanbodschatting wordt vergeleken met intrekmetingen. Op basis van dichtheid vergelijking blijkt dat er geen sterke ophoping pal voor de deur is geweest (buiten bereik van kruisnetvangsten). De vangsten in de intrekmeting lijken in meeste gevallen een factor 10-100 lager te liggen dan het aanbod (*Figuur 4-31*). Behalve op de 5^{de} meting (14 mei) lag de intrek een factor 10 hoger.

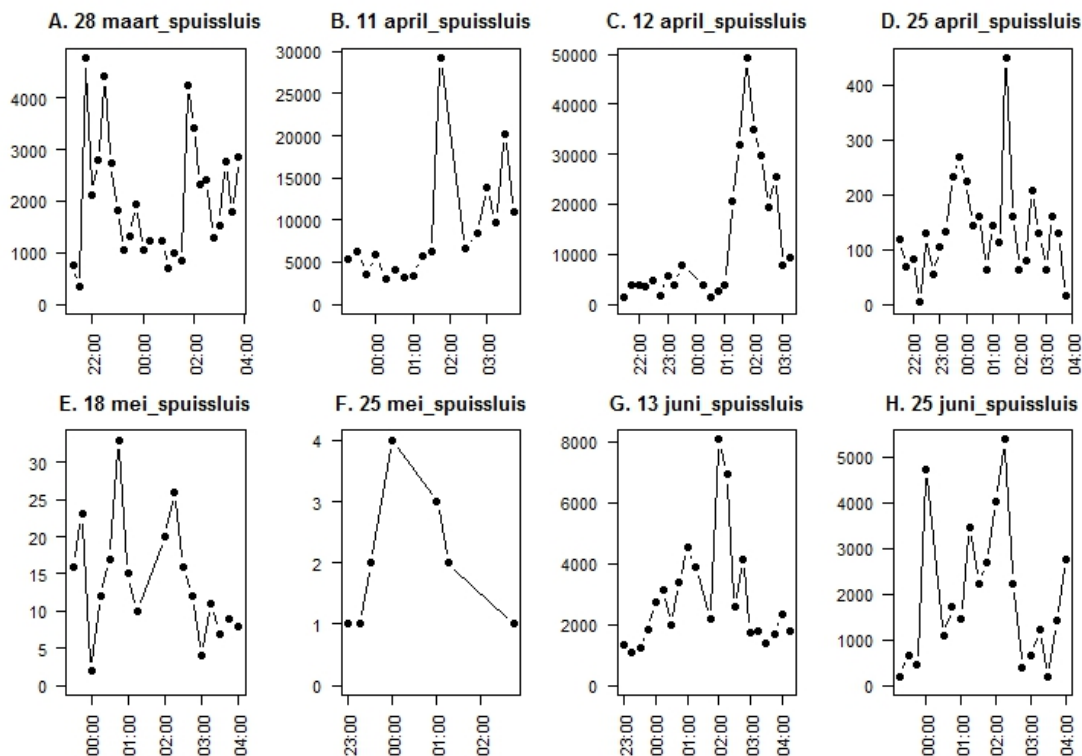
Tabel 5 Vangstgegevens voor spiering van de kruisnetten en intrekmetingen. De tabel geeft de vangst datum, de totale vangst, de gemiddelde vangst per trek, het aantal spiering per volume en deintrekmeting van ATKB weer. Dit is berekend voor kruisnetmetingen indien gevist op 3 of 7 meter diepte (zie tekst in hfst 4.5 voor uitleg).

datum	meting	totale vangst	trekken	tijd intrek	n per trek	3 meter per 1m3	kruisnet		intrek per 1000m3
							7 meter per 1m3	per 1000m3	
28/mrt	1	52728	26	0:16	2028.0	75.1	32.2	75111.1	2098
11/apr	2	145280	17	21:40	8545.9	316.5	135.6	316514.2	3925
12/apr	3	275712	22	23:35	12532.4	464.2	198.9	464161.6	30
25/apr	4	3491	26	21:54	134.3	5.0	2.1	4972.9	109
14/mei	5	14	17	1:30	0.8	0.0	0.0	30.5	106
25/mei	6	9550	22	22:29	434.1	16.1	6.9	16077.4	0
13/jun	7	59888	18	2:30	3327.1	123.2	52.8	123226.3	1521
25/jun	8	36944	17	0:02	2173.2	80.5	34.5	80488.0	2315



Figuur 4-31 Het verloop van vangsten over 8 meetdata voor spiering omgerekend naar $n/1000m^3$ (log-schaal) voor de kruisnetten (indien gevist op 3meter, blauw, en op 7 meter, oranje) en de intrekmeting (zwart) in de spuisluis. Wanneer er sprake is van sterke concentratie voor de deuren vlak voor deze opengaan, verwachten we dat intrek hoger is dan kruisnet.

Evenals bij glasaal en driedoornige stekelbaars zitten er vele kanttekeningen aan deze benadering (zie hfst 4.5). Ook bij spiering is het verloop van vangsten in de tijd aanwezig (*Figuur 4-32*) en dit zal van invloed zijn op de verhouding tussen aanbod en intrekmeting. Daarbij komt bij dat de vangstefficiëntie voor spiering op een kruisnet lager ligt dan bijvoorbeeld glasaal (Griffioen et al. 2014b).



Figuur 4-32 Verloop van spiering kruisnetvangsten (3x3m) voor de spuisluis.

Om een schatting te maken voor de intrekefficiëntie van spiering is een zelfde doorberekening van 3 scenario's gedaan als voor glasaal en driedoornige stekelbaars (Figuur 1-16). Voor spiering werd geen significant gevonden tussen de beviste locaties in de spuikom in 2014 (Griffioen, 2014). Omdat de vangstefficiëntie van spiering voor een kruisnet waarschijnlijk laag ligt, en op basis van gedrag stekelbaars en haring, gaan we uit dat scenario 2 (spiering voornamelijk in zuidelijke helft spuikom) meer aansluit bij spiering dan scenario 3 (gelijke verdeling over de gehele spuikom). Tevens zal het aanbod mogelijk een sterke onderschatting hebben door lage vangst efficiëntie.

Met deze benadering komt de passage-efficiëntie neer op 9.5-52.2%, waar op basis van eerder onderzoek het eerder 19% is (scenario 2). Er zijn geen aanwijzingen dat er grote hoeveelheden spiering ophopen voor de deuren op basis van dichtheidsvergelijkingen (Figuur 4-31). De berekening is de best mogelijke bepaling op basis van de beschikbare gegevens. We zijn ons bewust van de beperkingen (eerder genoemd bij glasaal).

Tabel 6 Schatting voor passage-efficiëntie voor spiering doorgerekend voor 3 scenario's. De tabel geeft het aanbod weer omgerekend naar 1m². Dit aantal is omgerekend naar 3 scenario's voor verdeling van het totale aanbod (Figuur 4-12). Het totale aantal glasalen wat is doorgetrokken (van de Ven 2018) en het percentage wat is doorgetrokken ten opzichte van het aanbod (3 scenario's).

datum	aanbod m2	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	225.3	13520000	37180000	74360000	62961	251844	1.9	0.7	0.3
11/apr	949.5	56972549	156674510	313349020	210428	841712	1.5	0.5	0.3
12/apr	1392.5	83549091	229760000	459520000	886	3544	0.0	0.0	0.0
25/apr	14.9	895128	2461603	4923205	3253	13012	1.5	0.5	0.3
14/mei	0.1	5490	15098	30196	5613	22452	408.9	148.7	74.4
25/mei	48.2	2893939	7958333	15916667	7	28	0.0	0.0	0.0
13/jun	369.7	22180741	60997037	121994074	64182	256728	1.2	0.4	0.2
25/jun	241.5	14487843	39841569	79683137	90644	362576	2.5	0.9	0.5
gemiddelde							52.2	19.0	9.5

Verblijftijd/vertraging

De verblijftijd en of vertraging voor spiering is niet onderzocht en onbekend.

4.14 Bot

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

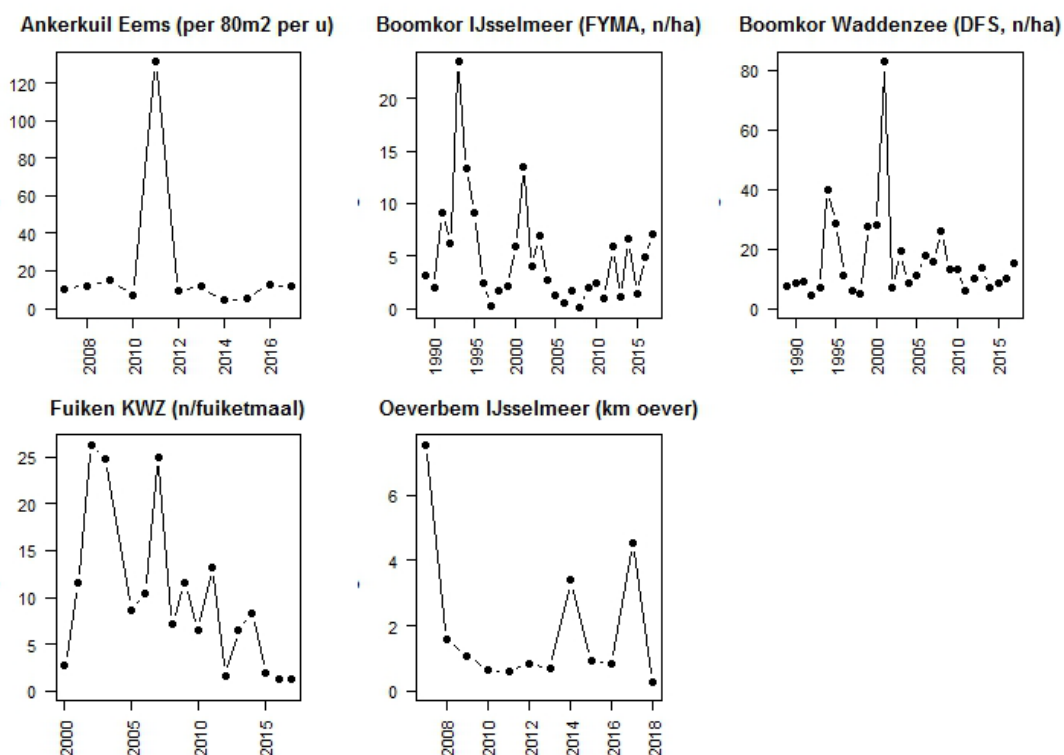
Bot is een katadrome vissoort waarvan de paaigebieden op open zee liggen (Morais et al. 2011). In de winter trekken de volwassen dieren naar diepere delen van de zee. 's Zomers gebruiken volwassen botten estuaria als voedselgebied en kunnen gevonden worden in euryhaline zone van het estuarium. In het voorjaar en voorzomer trekken (een deel) jonge botlarven stroomopwaarts de estuariene gebieden en rivieren op middels selectief getijdetransport en zijn hierbij afhankelijk van waterstromen (Bos 1999, Jager and Mulder 1999, Jager 2001). De bot is de enige platvis van West-Europa die tot diep in het zoete water gevonden kan worden (Vethaak 2013), zolang er maar geen barrières op de route liggen. Historisch zijn botten tot honderden kilometers landinwaarts in de Duitse Rijn waargenomen. In het zoete water blijven de botten hooguit enkele jaren om weer naar zee te trekken om te paaien. Daarna gaan deze botten niet meer terug naar het zoete water.

De migratiemogelijkheid van zout naar zoet is geen vereiste voor bot omdat opgroei ook in de Waddenzee kan plaatsvinden. Een deel van de botten uit het kustwater trekt de rivieren op, de rest van de botten groeit op in kustwateren en estuaria. De migratie van zoet-zout is dus vanuit een populatieperspectief niet essentieel voor de overleving van de soort in vergelijking met soorten die voor hun voortplanting volledig afhankelijk zijn van een goede migratie tussen zoet en zout. Migratie vergroot wel hun opgroeiareaal en kan daarmee de totale populatieomvang doen toenemen.

Botten die voorkomen bij harde zoet-zout overgangen lijken erg kwetsbaar voor een slechte waterkwaliteit (Vethaak 2013). Wat betreft predatie hebben botten een beperkte ontsnappingskans door een lage zwemcapaciteit, maar zijn zij door hun goede schutkleur beschermd tegen predatie (Trancart et al. 2012).

De meeste Nederlandse botten komen voor in ondiepe kustwateren en estuaria zoals de Eems-Dollard en de Westerschelde. Ook in grotere brakwatermeren en zoetwatermeren zoals het IJsselmeer worden ze gevonden (Overzee van et al. 2011, Griffioen and Kuijs 2013a, Keeken et al. 2016).

De fuiken bij Kornwerderzand laten een negatieve trend zien sinds 2001 (*Figuur 4-33*).



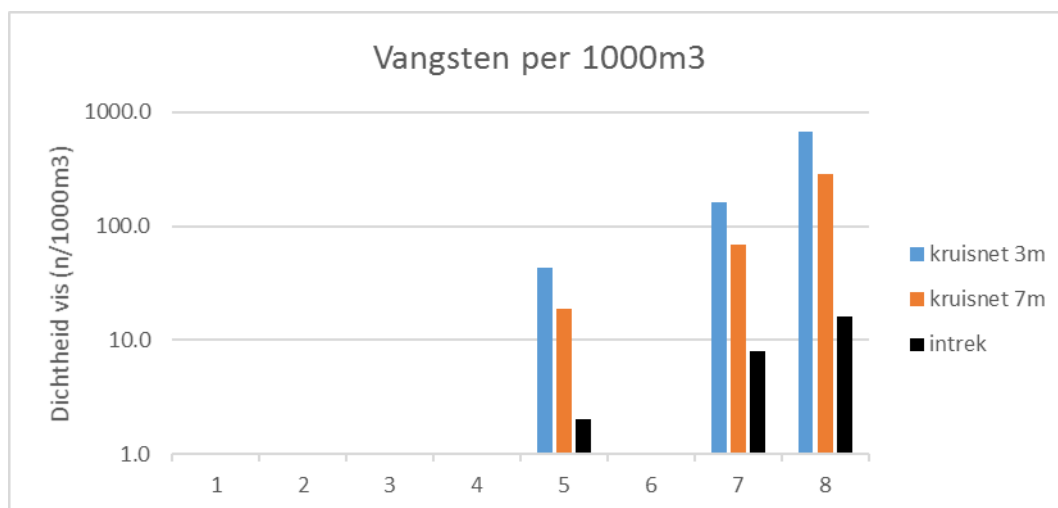
Figuur 4-33 Overzicht van bot in de diverse monitoringprogramma's in Nederland.

Huidige passage-efficiëntie

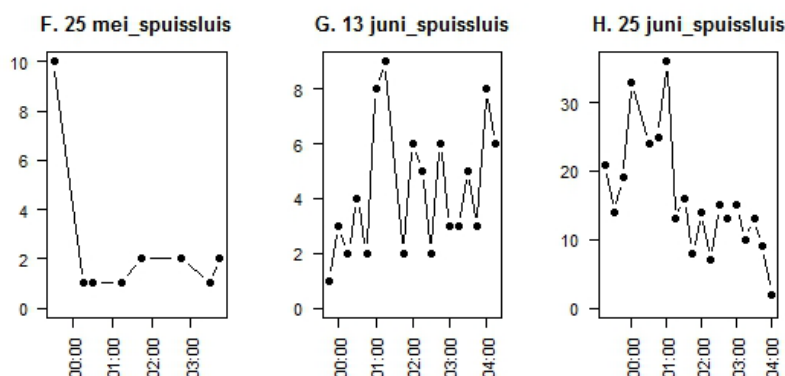
De huidige passage-efficiëntie voor bot is onbekend. Echter een zelfde redenering is gevolgd als voor glasaal waarbij een aanbodschatting wordt vergeleken met intrekmetingen. Op basis van dichtheidsvergelijking blijkt dat er geen sterke ophoping pal voor de deur is geweest (buiten bereik van kruisnetvangsten). De vangsten in de intrekmeting lijken in de meeste gevallen een factor 10-100 lager te liggen dan het aanbod (Tabel 7, Figuur 4-34). In 2014 waren de gevangen botten zeer klein met een lengte van 5-7mm (Griffioen et al. 2014a, Griffioen et al. 2014b). Deze vissen zijn bij grote vangsten makkelijk over het hoofd te zien, zeker bij grote hoeveelheden haring of spiering, en ook niet waargenomen in de intrekstudies in 2014 of 2018 (ARCADIS 2015, van de Ven 2018). Ook bij bot lijkt er een verband van vangstverloop in de tijd (Figuur 4-35), wat invloed zou kunnen hebben op de berekeningen.

Tabel 7 Vangstgegevens voor bot van de kruisnetten en intrekmetingen. De tabel geeft de vangstdatum, de totale vangst, de gemiddelde vangst per trek, het aantal glasaal per volume en de intrekmeting van ATKB weer. Dit is berekend voor kruisnetmetingen indien gevist op 3 of 7 meter diepte (zie tekst in hfst 4.5 voor uitleg).

datum	meting	totale vangst	trekken	tijd intrek	n per trek	per 1m3	3 meter	7 meter	kruisnet		intrek
									per 1000m3	per 1000m3	
							per 1m3	per 1m3	kruisnet 3m	kruisnet 7m	intrek
28/mrt	1	0	26	0:16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
11/apr	2	0	17	21:40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
12/apr	3	0	22	23:35	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
25/apr	4	0	26	21:54	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
14/mei	5	20	17	1:30	1.2	0.0	0.0	0.0	43.6	18.7	2
25/mei	6	0	22	22:29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
13/jun	7	78	18	2:30	4.3	0.2	0.1	0.1	160.5	68.8	8
25/jun	8	307	17	0:02	18.1	0.7	0.3	0.3	668.8	286.6	16



Figuur 4-34 Het verloop van vangsten over 8 meetdata voor bot omgerekend naar $n/1000m^3$ (log-schaal) voor de kruisnetten (indien gevist op 3meter, blauw, en op 7 meter, oranje) en de intrekmeting (zwart) in de spuisluis. Wanneer er sprake is van sterke concentratie voor de deuren vlak voor deze opengaan, verwachten we dat intrek hoger is dan kruisnet.



Figuur 4-35 Verloop van bot kruisnetvangsten (3x3m) voor de spuisluis.

Om een schatting te maken voor de intrekefficiëntie van bot is een zelfde doorberekening van 3 scenario's (zie Figuur 1-16) gedaan als voor glasaal, driedoornige stekelbaars en spiering. Voor bot werd geen significant verschil gevonden tussen de beviste locaties in de spuikom in 2014 (Griffioen et al. 2014b). Het aantal vergelijkbare samples was in dat onderzoek laag. Op basis van die resultaten sluit scenario 3 (gelijke verdeling over de spuikom) het beste aan bij een inschatting.

Met deze benadering komt de passage-efficiëntie neer op 0.2-0.9% (Tabel 8). Er zijn geen aanwijzingen dat er grote hoeveelheden bot ophopen voor de deuren op basis van dichtheidsvergelijkingen (Figuur 4-34). De berekening is de best mogelijke bepaling op basis van de beschikbare gegevens. We zijn ons bewust van de beperkingen (eerder genoemd bij glasaal).

Tabel 8 Schatting voor passage-efficiëntie voor bot doorerekend voor 3 scenario's. De tabel geeft het aanbod weer omgerekend naar 1m². Dit aantal is omgerekend naar 3 scenario's voor verdeling van het totale aanbod (Figuur 4-12). Het totale aantal botten wat is doorgetrokken (van de Ven 2018) en het percentage wat is doorgetrokken ten opzichte van het aanbod (3 scenario's).

datum	aanbod m2	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	0.0	0	0	0	0	0			
11/apr	0.0	0	0	0	42	0			
12/apr	0.0	0	0	0	0	7			
25/apr	0.0	0	0	0	40	0			
14/mei	0.1	7843	21569	43137	185	85	1.1	0.4	0.2
25/mei	0.0	0	0	0	14	0			
13/jun	0.5	28889	79444	158889	5972	317	1.1	0.4	0.2
25/jun	2.0	120392	331078	662157	6218	627	0.5	0.2	0.1
gemiddelde							0.9	0.3	0.2

Verblijftijd/vertraging

De verblijftijd en of vertraging voor bot is niet onderzocht en onbekend. Gezien de zeer geringe intrekmogelijkheden voor met name botlarven is de verwachting dat deze relatief hoog zal zijn, wellicht is deze momenteel iets lager door het visvriendelijk sluisbeheer dat wordt toegepast. Waardoor predatie en of sterfte wellicht een belangrijke rol zou kunnen spelen in de spuikom.

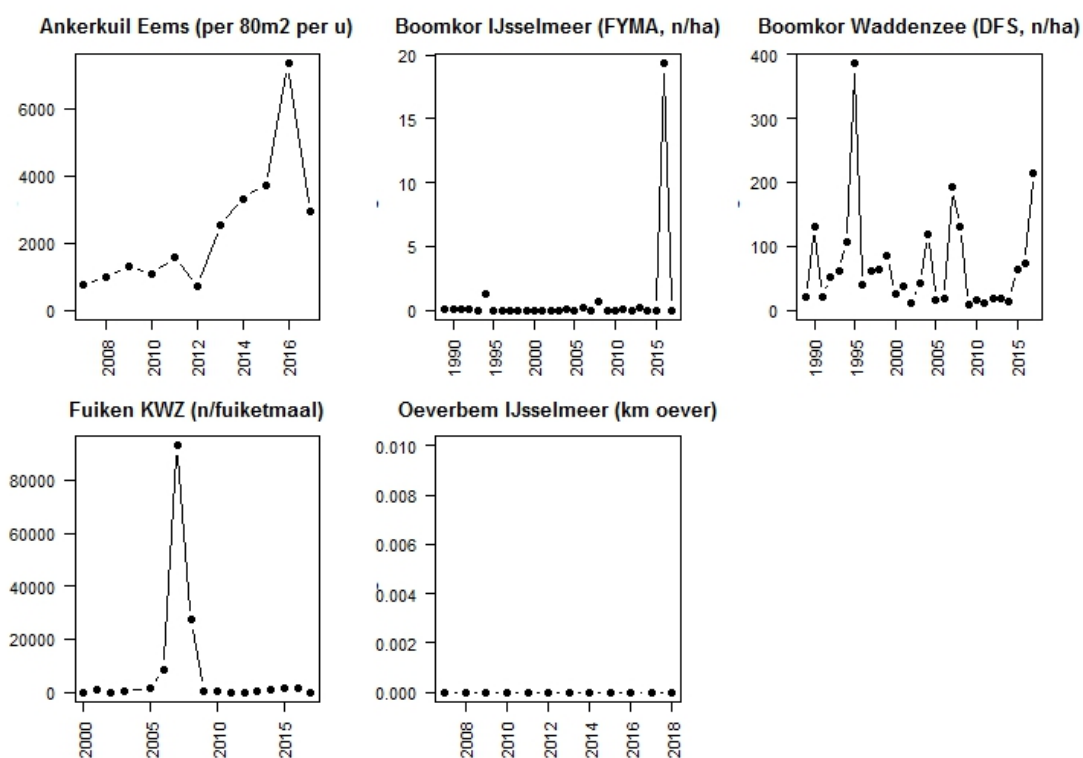
4.15 Haring/sprot

Aantalsinschatting en trend/populatie omvang

Haring is een pelagische zoutwatervissoort die in grote getale voorkomt in de Noordzee en paait op grindbanken in open zee en mondingen van estuaria. In de jaren zeventig van de vorige eeuw is de populatie door overbevissing zeer sterk gedaald maar met een beter visserijbeheer is deze daarna weer hersteld.

Het belang van passage via de VMR is voor de totale populatie haring op de Noordzee niet aanwezig. Aan de andere kant, uit oogpunt van de van stapelvoedsel afhankelijke vis en vogelsoorten, is een groei van het bestand aan haring(larven) in dit gebied van aanzienlijk belang te noemen.

Aan de buitenzijde van Kornwerderzand (en andere zoet-zout overgangen langs de Nederlandse kust) is jonge haring in het voorjaar/voorzomer veelvuldig aanwezig (Griffioen et al. 2014b, ARCADIS 2015, van de Ven 2018). Het habitat aan de binnenzijde van het IJsselmeer wordt ongeschikt ingeschat door het volledig zoete karakter. Lokaal zou dit gunstig kunnen zijn voor foeragerende visetende vogels en roofvissen. Aangezien de populatie haring op de Noordzee enorm groot is en er naar verhouding slechts een zeer klein deel het IJsselmeer op zal zwemmen, is het niet te verwachten dat er enig negatief effect op de haringpopulatie is door het verlies van de intrek en de gevolgen daarvan.



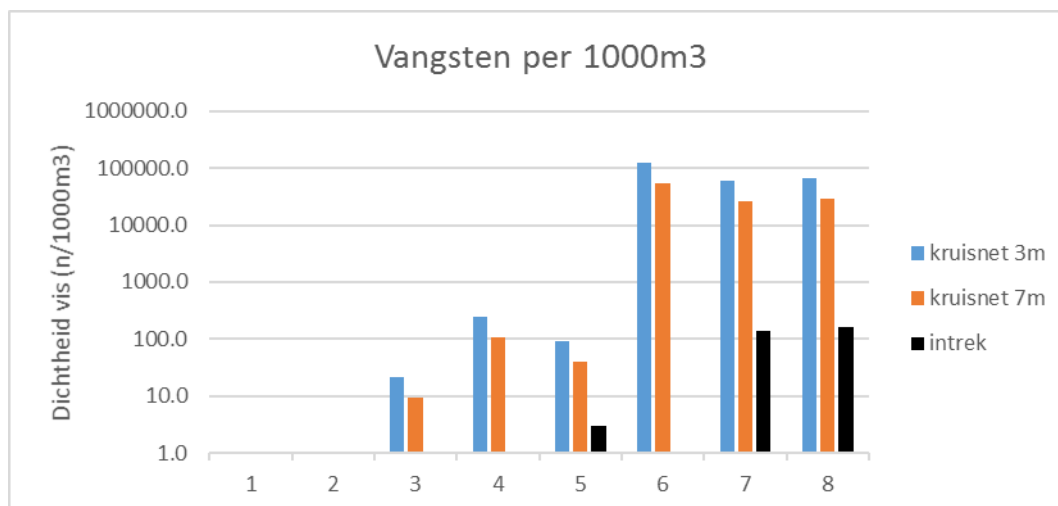
Figuur 4-36 Vangstoverzicht van haring (combinatie Clupeidae-achting: sprot en haring) in de diverse monitoring programma's in Nederland.

Huidige passage-efficiëntie

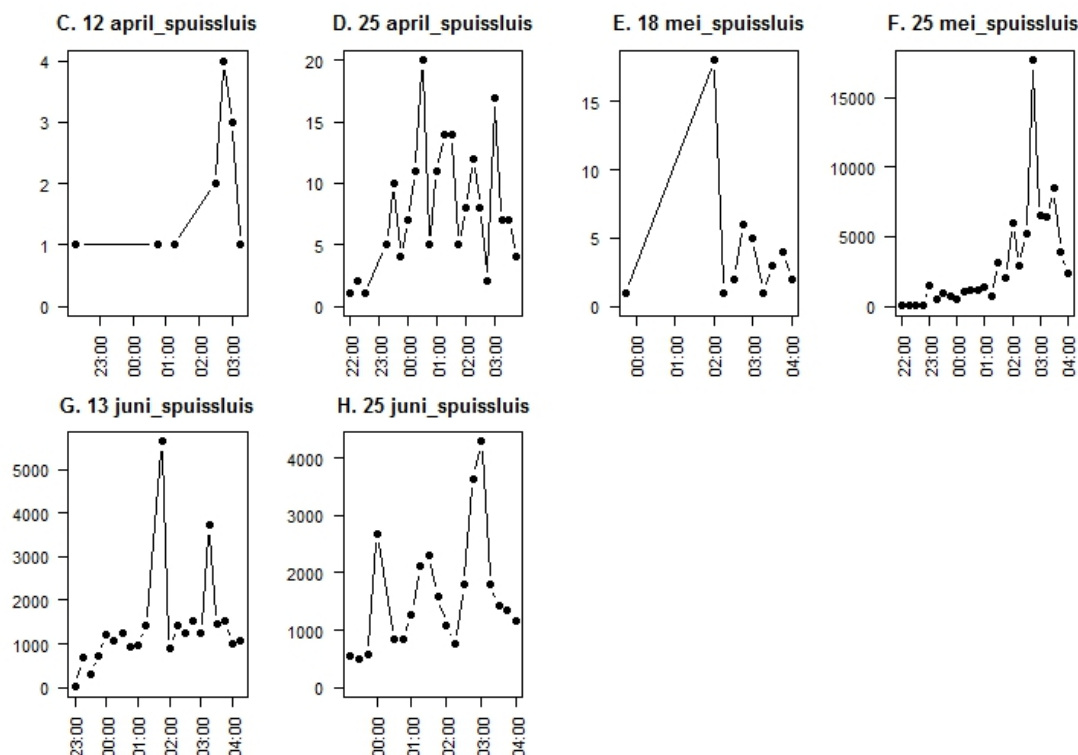
De huidige passage-efficiëntie voor haring is onbekend. Echter een zelfde redenatie is gevolgd als voor glasaal waarbij een aanbodschatting wordt vergeleken met intrekmetingen. Op basis van dichtheid vergelijking blijkt dat er geen sterke ophoping pal voor de deur is geweest (buiten bereik van kruisnet vangsten). Toch zijn er waarnemingen dat dit wel het geval is (Griffioen, 2014). De vangsten in de intrekmeting lijken in de meeste gevallen een factor 100 lager te liggen dan het aanbod (*Figuur 4-37, Tabel 9*). Bij de intrekmetingen van 2018 is gebleken dat de vangstverdeling over de waterkolom sterk verdeeld was met 23% onder, 69% midden en 8% boven (van de Ven, 2018). Dit zou erop kunnen duiden dat haring sterk geclusterd voorkomt en de vangsten derhalve een verkeerde weergave zijn van de werkelijkheid, te meer omdat er maar 1 net in het midden is gehangen. Er zou een onderschatting kunnen zijn van de werkelijke intrek. In vergelijking met spiering (33%, 34% en 32%) en driedoornige stekelbaars (47%, 28% en 25%) was de vangst minder gelijkmatig verdeeld over de netten.

Tabel 9 Vangstgegevens voor haring van de kruisnetten en intrekmetingen. De tabel geeft de vangstdatum, de totale vangst, de gemiddelde vangst per trek, het aantal haring per volume en de intrekmeting van ATKB weer. Dit is berekend voor kruisnetmetingen indien gevist op 3 of 7 meter diepte (zie tekst in hfst 4.5 voor uitleg).

datum	meting	totale vangst	trekken	tijd intrek	n per trek	3 meter per 1m3	7 meter per 1m3	kruisnet per 1000m3 kruisnet 3m	kruisnet per 1000m3 kruisnet 7m	intrek per 1000m3 intrek
28/mrt	1		26	0:16	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0
11/apr	2		17	21:40	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
12/apr	3	13	22	23:35	0.6	0.0	0.0	21.9	9.4	0
25/apr	4	175	26	21:54	6.7	0.2	0.1	249.3	106.8	1
14/mei	5	43	17	1:30	2.5	0.1	0.0	93.7	40.1	3
25/mei	6	74369	22	22:29	3380.4	125.2	53.7	125200.3	53657.3	0
13/jun	7	29332	18	2:30	1629.6	60.4	25.9	60353.9	25866.0	141
25/jun	8	30592	17	0:02	1799.5	66.6	28.6	66649.2	28564.0	159



Figuur 4-37 Het verloop van vangsten over 8 meetdata voor haring omgerekend naar $n/1000m^3$ (log-schaal) voor de kruisnetten (indien gevist op 3meter, blauw, en op 7 meter, oranje) en de intrekmeting (zwart) in de spuisluis. Wanneer er sprake is van sterke concentratie voor de deuren vlak voor deze opengaan, verwachten we dat intrek hoger is dan kruisnet.



Figuur 4-38 Verloop van spieringkruisnetvangsten (3x3m) voor de spuissluis.

Om een schatting te maken voor de intrekefficiëntie van haring is een zelfde doorberekening van 3 scenario's (Figuur 1-16) gedaan als voor glasaal en driedoornige stekelbaars. Haring werd significant meer gevonden voor de deuren in 2014 (Griffioen et al. 2014b). Op basis van die resultaten sluit scenario 1 (voorkomen nabij de deuren) het beste aan bij een inschatting.

Met deze benadering komt de passage-efficiëntie neer op 0.2-0.9% (Tabel 8). Echter, op basis van eerdere onderzoeken en significante hogere aanwezigheid van haring voor de deuren (Griffioen et al. 2014b), en de ongelijke vangstverdeling in de intrekmelingen, lijkt het erop dat haring sterk onderschat is gevangen in de intrekmelingen. De berekening is de best mogelijk bepaling op basis van de beschikbare gegevens. We zijn ons bewust van de beperkingen (eerder genoemd bij glasaal).

Tabel 10 Schatting voor passage-efficiëntie voor haring doorgerekend voor 3 scenario's. De tabel geeft het aanbod weer omgerekend naar 1m² dit aantal is omgerekend naar 3 scenario's voor verdeling van het totale aanbod (Figuur 4-12). Het totale aantal haringen dat is doorgetrokken (van de Ven 2018) en het percentage dat is doorgetrokken ten opzichte van het aanbod (3 scenario's).

datum	aanbod	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	0.0	0	0	0	0	0			
11/apr	0.0	0	0	0	42	168			
12/apr	0.1	3939	10833	21667	0	0	0.0	0.0	0.0
25/apr	0.7	44872	123397	246795	40	160	0.4	0.1	0.1
14/mei	0.3	16863	46373	92745	185	740	4.4	1.6	0.8
25/mei	375.6	22536061	61974167	123948333	14	56	0.0	0.0	0.0
13/jun	181.1	10863704	29875185	59750370	5972	23888	0.2	0.1	0.0
25/jun	199.9	11996863	32991373	65982745	6218	24872	0.2	0.1	0.0
gemiddelde							0.9	0.3	0.2

Verblijftijd/vertraging

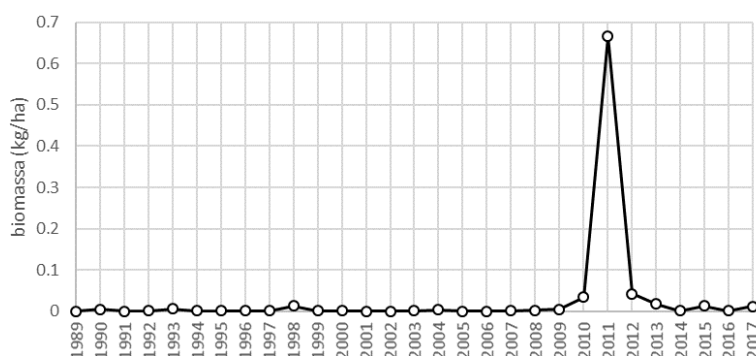
De verblijftijd en of vertraging voor haring is niet onderzocht en onbekend. Gezien de zeer geringe intrekmogelijkheden voor met name larven van haringachtigen is de verwachting dat deze relatief hoog zal zijn. Waardoor predatie en of sterfte wellicht een belangrijke rol zou kunnen spelen in de spuirom. Wellicht is deze momenteel iets lager geworden door het visvriendelijk sluisbeheer dat wordt toegepast. Op het IJsselmeer worden slechts bij uitzondering haringachtigen waargenomen, wat ook te maken zal hebben met de geringere overleving in volledig zoetwater versus betere overlevingsmogelijkheden in enigszins brak water.

5 Biomassa stekelbaars en spiering

Voor stekelbaars en spiering is de wens om een schatting te hebben voor de biomassa op het IJsselmeer. Biomassa wordt geschat op basis van een lengte gewicht relatie. In het veld worden tijdens de survey vissen opgemeten (representatief deel van de vangst) op mm en vervolgens wordt deze lengtemaat omgerekend naar een gewicht.

Stekelbaars

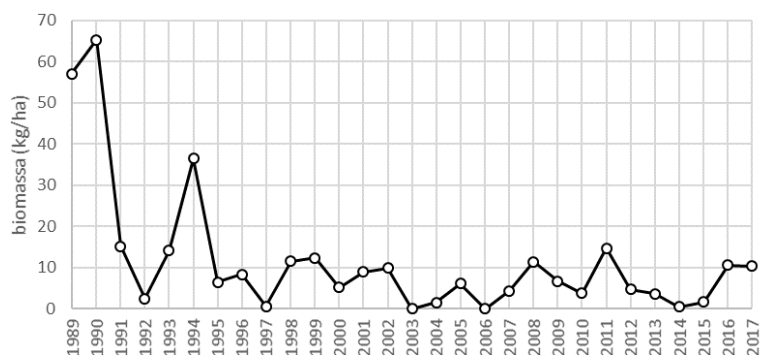
Stekelbaars komt in het gehele IJsselmeer voor en wordt zowel in oeverbemonsteringen als in het open water aangetroffen (*Figuur 4-26*). Stekelbaars is echter een kleine soort die bovendien vaak hoger in de waterkolom voor kan komen en daarom makkelijk gemist in de openwater monitoring. Vissen kleiner dan 5 cm worden nauwelijks gevangen in de openwatermonitoring en redelijke biomassaschattingen kunnen dan ook niet gemaakt worden. Er is geen duidelijke trend in biomassa en 2011 lijkt een afwijkend jaar te zijn met een relatief groot gemiddelde biomassa per ha (*Figuur 5-1*), mogelijk als gevolg van een vangst met een grote school (scholen). De meest recente data (2013 – 2017) geeft een gemiddelde CPUE (kg/ha) van 0.009 kg/ha. Met een oppervlakte van 113.687 ha (Noordhuis 2010) is dit gemiddeld 1010 kg stekelbaars voor het IJsselmeer. Op basis van het voorgaande is dit zeer waarschijnlijk een onderschatting van het werkelijke aantal.



Figuur 5-1 Verloop van biomassa van driedoornige stekelbaars op basis van openwater monitoring in het IJsselmeer. NB. Stekelbaars is echter een kleine soort die bovendien vaak hoger in de waterkolom voor kan komen en daarom makkelijk gemist in de openwater monitoring. Vissen kleiner dan 5 cm worden nauwelijks gevangen in de openwatermonitoring en redelijke biomassaschattingen kunnen dan ook niet gemaakt worden.

Spiering

Een zelfde redenatie is gevolgd voor spiering die gemiddeld een gewicht van 5.382 kg/ha geeft over de jaren 2013-2017. Dit zou omgerekend zo'n 611.932 kg zijn. Ook hier geldt dat het rekening houdende met vangst efficiëntie en gedrag van de vis dit een onderschatting is van de werkelijke omvang. Drost & de Witte schatten het totale biomassa op 585 ton (in. Tulp et al., 2013), wat in dezelfde orde grootte valt.



Figuur 5-2 Verloop van biomassa van spiering op basis van openwater monitoring in het IJsselmeer.

6 'LIFE baseline'

Het project Vismigratierivier heeft als doel de vismigratie te bevorderen en zo de populaties van trekvis te versterken. Om het effect van de maatregel inzichtelijk te maken is het van belang om de uitgangssituatie goed vast te leggen. In deze rapportage wordt de best mogelijk inschatting gegeven van de huidige populatieomvang van de doelsoorten. Hierbij wordt gekeken naar de voor de soort relevante (deel-)populatie, dus het deel dat via dit deel van het IJsselmeer en Rijnstroomgebied intrekt.

Door verbeterde intrek wordt ook een specifiek effect verwacht op de stand van stekelbaars en spiering in het IJsselmeer. Vanwege het belang van de visstanden in het IJsselmeer voor visetende vogels wordt de huidige situatie van deze soorten ook afzonderlijk voor dit gebied getoond.

Gepresenteerde gegevens zijn een keuze van hier gebruikte onderzoeksprogramma's/databases. Wanneer voor een soort onvoldoende kennis aanwezig is over het absolute populatieniveau wordt gekozen voor de best mogelijke en representatieve index voor de omvang van de populatie.

In onderstaande tabel is per soort weergegeven welke methode/monitoring de beste schatting geeft voor de huidige populatieomvang dan wel index met de populatieomvang. Het gemiddelde van 5 jaren (2013-2017) is berekend als populatie referentie waarde. Hiermee is de methode herleidbaar zodat na realisatie van het project een geactualiseerde inschatting van de (deel-)populaties gemaakt kan worden over een periode van 5 jaar na realisatie.

Soort	Keuze best beschikbare methode/monitoringsreeks ter vergelijking van huidige situatie (2013-2017) met situatie na aanleg van de vismigratierivier	Populatie Referentie waarde	eenheid
Europese Steur	Wordt in geen van de monitoringsreeksen aangetroffen (lokaal uitgestorven in totale Rijn stroomgebied).	0	-
Atlantische Zalm	5-jarig gemiddelde zalmsteek Waal aantal/fuiketmaal (2013-2017) als index voor totale Rijn paaipopulatie	0.060	n/fuiketmaal
Zeeforel	5-jarig gemiddelde zalmsteek Waal aantal/fuiketmaal (2013-2017) als index voor totale Rijn paaipopulatie	0.034	n/fuiketmaal
Fint	5-jarig gemiddelde Boomkor IJsselmeer (FYMA, n/ha) als index voor aantallen die naar IJsselmeer zijn getrokken (2013-2017)	0	n/ha
Elft	Incidenteel wordt elft aangetroffen in de fuikenmonitoring (o.a. Nieuwe Waterweg en Lobith).	0	n/fuiketmaal
Houting	5-jarig gemiddelde Boomkor IJsselmeer (FYMA, n/ha) als index voor aantallen die naar IJsselmeer zijn getrokken (2013-2017)	0.39	n/ha
Zeeprik	Geen goede monitoringsreeks of populatie schatting beschikbaar. 5-jarig gemiddelde n/fuiketmaal in fuiken KWZ is index voor aanbod 2013-2017, echter vangkans zal bij toegenomen intrek succes geringer worden en verhouding tussen index en aanbod groter	N.B. (0.018)	n/fuiketmaal
Rivierprik	Geen goede monitoringsreeks of populatie schattingen beschikbaar. Op aanbodschatting in 2013 na: 27.000	N.B. (27.000)	n
Driedoornige Stekelbaars	5-jarig gemiddelde IJsselmeer openwater monitoring (2013-2017) biomassa IJsselmeer (kg)	1,010	kg
Spiering	5-jarig gemiddelde IJsselmeer openwater monitoring (2013-2017) biomassa IJsselmeer (kg)	611,932	kg
Paling	5-jarig gemiddelde Boomkor IJsselmeer (FYMA, n/ha) als index voor aantallen die naar IJsselmeer zijn getrokken (2013-2017)	0.48	n/ha
Bot	5-jarig gemiddelde Boomkor IJsselmeer (FYMA, n/ha) als index voor aantallen die naar IJsselmeer zijn getrokken (2013-2017)	4.2	n/ha
Haring/sprot	5-jarig gemiddelde Boomkor IJsselmeer (FYMA, n/ha) als index voor aantallen die naar IJsselmeer zijn getrokken (2013-2017)	3.9	n/ha

Concluderende samenvatting

In deze rapportage is een overzicht gegeven van de bestaande kennis van trekvisen die gebruik maken van Kornwerderzand als intrekpunt van de huidige situatie voordat de vismigratierivier is gebouwd (0-meting). Per doelsoort (trekvisen) is het migratie- en zoekgedrag in en rond de spuikom bij Kornwerderzand samengevat in *Tabel 11*.

In *Tabel 12* zijn per doelsoort de ontwikkelingen (trends) in de populatie die gebruik maakt van Kornwerderzand als intrekpunt, wat het totale aanbod is vanuit zee gedurende een migratieperiode in de huidige situatie is, wat de verblijftijd (vertraging) is aan de zeezijde van het complex bij Kornwerderzand en het passage succes (intrek-efficiëntie) weergegeven. De kennisbasis en beschikbaarheid van gegevens verschilt sterk tussen de verschillende soorten.














In de afgelopen jaren zijn er diverse onderzoek uitgevoerd op basis waarvan tabel 11 en 12 zijn samengesteld. Zo heeft er in 2013-2014 een uitgebreid onderzoek plaatsgevonden waarbij met behulp van diverse technieken is bepaald of en hoe goed zeeprik (16-35%), houting (>50%) en zeeforel (>50%) het IJsselmeer weten te bereiken. Voor de laatste twee soorten was het aantal gemerkte visen laag en zijn ze aanvullend op eerder gepubliceerd onderzoek uit 2003 (de Vaate et al. 2003). Op basis van deze onderzoeken wordt ook een eerste schatting gegeven in hoeverre andere soorten als Atlantisch zalm, fint en elft het IJsselmeer zouden kunnen bereiken, maar specifieke getallen ontbreken voor deze soorten. Voor de kleinere visen zoals spiering, driedoornige stekelbaars, bot en (glas)aal is in 2014 een onderzoek uitgevoerd om te bepalen of er zogenoemde hotspots aanwezig zijn in de spuikom Griffioen et al. (2014). Deze kennis is aangevuld met intrek onderzoek in 2014 en 2018 (Arcadis 2015, van de Ven et al. 2018). Op basis van een vergelijking met de resultaten van deze studies blijkt dat er geen sterke ophoping is vlak voor de spuideuren, en dat een eerste inzicht in de intrek-efficiëntie zeer sterk varieert tussen de soorten. Zo is deze laag voor bot (0.2-0.9%), driedoornige stekelbaars (0.4-2.0%) en glasaal (1.7-9.2%), maar sterk uiteenlopend voor spiering (9.5-52.2%).

De intrek-efficiëntie en de kans dat een soort de ingang van de vismigratie rivier zal vinden en benutten, zal afhankelijk zijn van de schaal waarop de soort zich beweegt en zoekgedrag vertoont. Deze is bijvoorbeeld sterk bij Atlantische zalm die op grote schaal langs de kust van Nederland kan zoeken naar mogelijkheden om de paaigronden te bereiken, maar beperkt voor botlarven die sterk afhankelijk zijn van getijdestroming om zich richting het IJsselmeer te begeven.

Voor stekelbaars en spiering is een schatting gemaakt voor de biomassa op het IJsselmeer. Biomassa wordt geschat op basis van een lengte gewicht relatie. In het veld worden tijdens de survey visen opgemeten (representatief deel van de vangst) op mm en vervolgens wordt deze lengtemaat omgerekend naar een gewicht. Op basis van vangstgegevens blijkt dat stekelbaars vrijwel in het gehele IJsselmeer voorkomt. Deze soort wordt zowel in oeverbemonsteringen als in het open water aangetroffen. Er is geen duidelijke trend in biomassa door de jaren heen te zien. De meest recente data (2013 – 2017) geeft een gemiddelde CPUE (kg/ha) van 0.009 kg/ha, wat neerkomt op gemiddeld 1010kg voor het IJsselmeer. Een zelfde redenatie is gevolgd voor spiering die gemiddeld een gewicht van 5.382 kg/ha geeft over de jaren 2013-2017. Dit zou omgerekend zo'n 611.932 kg zijn.

Voor beide soorten geldt dat, rekening houdende met vangst efficiëntie en gedrag van de vis, dit een onderschatting is van de werkelijke omvang.














Tabel 11 Overzicht van de huidige kennis van zoekgedrag in het rond het spuicomplex Kornwerderzand, het schaal-niveau van bewegingspatronen en factoren die daarop van invloed zijn. Elke cel is gemarkeerd wat de volgende betekenis heeft: ● = conclusies gebaseerd op onderzoek ● = conclusies gebaseerd op basis van 'expert judgement' of naar analogie van een andere soort ● = onbekend of best guess. Foto's: Sportvisserij Nederland. (Griffioen et al. 2014b, Griffioen and Winter 2017a)

Soort	Beknopte conclusies gedrag en voorkomen bij spuicomplex Kornwerderzand	Schaal niveau bewegings-patronen*	Belangrijkste factoren bewegings-patronen
 <p>Europese steur</p>	<ul style="list-style-type: none"> De Europese steur is uit het Rijn stroomgebied verdwenen in de 1^e helft van 20^e eeuw. Recentelijk zijn een beperkt aantal juveniele gezenderde steuren uitgezet in de Waal. Hiervan zijn er geen gedetecteerd bij Kornwerderzand. 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar naar verwachting minimaal spuiikom niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar naar verwachting actief zwemgedrag
 <p>Atlantische zalm</p>	<ul style="list-style-type: none"> De verspreidingsdynamiek en actief zwemgedrag is groot op basis van gemerkte zeeforel (vergelijkbare soort) en zalmen in fuikvangsten. Het is waarschijnlijk dat de gehele spuiikom hiervoor wordt benut. Zalm wordt echter nauwelijks gevangen bij Kornwerderzand in de monitoring, slechts 29 exemplaren vanaf 2001. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimaal spuiikom niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Actief zwemgedrag op oriënterend op waterstroming, saliniteit en geurstoffen (homing)
 <p>Bot(larve)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Botlarven werden in de hele spuiikom in gelijke fracties gevangen gedurende het opkomende water. Ook na hoogwater werden botlarven gevangen. 	<ul style="list-style-type: none"> Spuiikom niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Getijde (selectief getijden transport) en waarschijnlijk tijdelijke herverdeling (binnen spuiikom) door spuien
 <p>Driedoornige stekelbaars</p>	<ul style="list-style-type: none"> Stekelbaarzen werden in de hele spuiikom gevangen met het kruisnet in significant grotere vangsten in de zuidwestelijke hoek van de spuiikom en de oostelijke deur. Ook de locatie nabij de westelijke deur leverde relatief grote vangsten op. Stekelbaars werd na hoogwater minder goed gevangen dan vlak voor hoog water. 	<ul style="list-style-type: none"> Spuiikom niveau, m.n. zuidelijke deel 	<ul style="list-style-type: none"> Getijde en gedeeltelijke herverdeling door spuien en in geringere mate actief zwemgedrag, oriënterend op stroming en saliniteit
 <p>Europese aal (glasaal)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Glasaal werd verspreid in de gehele spuiikom gevangen in maart en later in het seizoen meer richting het zuiden van de spuiikom. Over de hele periode gezien is er een lichte voorkeur voor het zuiden van de spuiikom. Glasaal werd na hoog water minder gevangen dan vlak voor hoogwater. 	<ul style="list-style-type: none"> Spuiikom niveau, later in seizoen zuidelijke deel 	<ul style="list-style-type: none"> Getijde en gedeeltelijke herverdeling door spuien, later in seizoen ook actief zwemgedrag, oriënterend op stroming, saliniteit en geurstoffen (geen homing)
 <p>Fint</p>	<ul style="list-style-type: none"> Kleine en grote fint werd zowel in als buiten de spuiikom gevangen. Op basis van de fuikvangsten lijkt de verspreidingsdynamiek in de spuiikom groot. De vangsten in de fuiken wordt zeer klein ingeschat (Griffioen et al. 2014). Onbekend is dat de finten zich niet of nauwelijks langs de oever bevinden of dat zij de fuiken goed kunnen ontwijken. Het laatste scenario lijkt waarschijnlijker naar aanleiding van een vergelijking tussen zeggen visserij en fuikvangsten (Griffioen et al. 2014). 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, waarschijnlijk spuiikom niveau of groter analoog aan andere sterke zwemmers 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, waarschijnlijk actief zwemgedrag oriënterend op (getijde)stroming en saliniteit
 <p>Elft</p>	<ul style="list-style-type: none"> De Elft is uit het Rijn stroomgebied verdwenen in de 1^e helft van 20^e eeuw. Recentelijk is een herintroductieprogramma uitgevoerd in de Duitse Rijn. Hiervan zijn er geen opgedoken bij Kornwerderzand. 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar naar verwachting minimaal spuiikom niveau analoog aan andere sterke zwemmers 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, waarschijnlijk actief zwemgedrag oriënterend op (getijde)stroming en saliniteit
 <p>Houting</p>	<ul style="list-style-type: none"> Houting wordt nauwelijks in de fuiken gevangen, terwijl deze wel aanwezig zijn in de spuiikom op basis van zegenvissersvangsten (Griffioen et al. 2014). Op basis van de fuikvangsten over de jaren 2001 - 2012 lijkt de verspreidingsdynamiek in de spuiikom groot. De vangsten in de fuiken wordt zeer klein ingeschat (Griffioen et al. 2014). Onbekend is of houting zich minder langs de oever bevinden of dat zij de fuiken goed kunnen ontwijken. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimaal spuiikom niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Actief zwemgedrag (zenderonderzoek) oriënterend op (getijde)stroming en saliniteit
 <p>Rivierprik</p>	<ul style="list-style-type: none"> De tijd tussen merk en terugvangst (Griffioen and Winter 2014a) geeft aan dat voor een deel van de populatie de verblijftijd zeer lang is of zeer kort is met terugkeergedrag. Er vindt zoekgedrag op complexniveau plaats (Griffioen and Winter 2014a). Analoog aan gevonden zoekgedrag van zeeprrik lijkt intensief zoekgedrag en benutten van de gehele spuiikom waarschijnlijk. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimaal spuiikom niveau, en deels complex-niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Waarschijnlijk actief zwemgedrag oriënterend op (getijde)stroming, saliniteit en feromonen van stroomopwaarts aanwezige priklarven (geen homing)
 <p>Spiering</p>	<ul style="list-style-type: none"> Er zijn relatief veel spiering gevangen in de kruisnetten in de zuidwestelijke hoek van de spuiikom, echter verschillen de vangsten in de spuiikom niet significant van elkaar. Spiering kwam in de gehele spuiikom in gelijke fracties voor. Op basis van observaties van jonge haring en gesprekken met beroepsvissers kunnen spieringen zich ophouden in het zuidelijke gedeelte van de spuiikom, waarbij zij ook na hoogwater zich goed kunnen handhaven in de spuiikom. 	<ul style="list-style-type: none"> Spuiikom niveau, m.n. zuidelijke deel 	<ul style="list-style-type: none"> Getijde en gedeeltelijke herverdeling door spuien en actief zwemgedrag daar bovenop, oriënterend op (getijde)stroming en saliniteit
 <p>Zeeforel</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zeeforel is een sterke vis die de gehele spuiikom gebruikt op basis van fuikvangsten (Griffioen and Winter 2014b), en telemetrie van één vis. Het intreksucces van zeeforel is reeds eerder vastgesteld op minimaal 50% (de Vaate et al. 2003) en werd bevestigd door de huidige studie met slechts één zeeforel die succesvol introk. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimaal spuiikom niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Actief zwemgedrag (zenderonderzoek), oriënterend op water-stroming, saliniteit en geurstoffen (homing)
 <p>Zeeprrik</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zeeprikken ondernemen vaak meerdere pogingen om in te trekken afgewisseld met perioden van afwezigheid en naast een relatief gering intreksucces voor een dergelijke goede zwemmer, lijkt tenminste een deel ook extra vertraging op te lopen bij de Afsluitdijk bij Kornwerderzand. Bij het zoekgedrag wordt de gehele spuiikom gebruikt. 	<ul style="list-style-type: none"> Minimaal spuiikom niveau 	<ul style="list-style-type: none"> Actief zwemgedrag (zenderonderzoek) waarschijnlijk oriënterend op (getijde)stroming, saliniteit en feromonen van stroomopwaarts aanwezige priklarven (geen homing)
 <p>Haring en Sprot</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zowel jonge Haring als sprot komt in grote aantallen in het voorjaar voor in de spuiikom van Kornwerderzand. Deze zijn vaak niet tot op soort gedetermineerd, vandaar dat deze in deze rapportage gezamenlijk worden behandeld 	<ul style="list-style-type: none"> Spuiikom niveau, m.n. zuidelijke deel 	<ul style="list-style-type: none"> Getijde en gedeeltelijke herverdeling door spuien (larven) en actief zwemgedrag (juveniele) oriënterend op stroming en saliniteit

* De schaal 'spuiikom niveau' heeft betrekken op het gedeelte van het spuisluiscumplex tussen de pieren aan de Waddenzee zijde. Daar waar het IJsselmeer water naar toe wordt gespuid.

** Passage success does not only include passage percentage but also delay or extra energy losses, which are less often determined

Tabel 12 Overzicht van ontwikkeling in de populatie trekvis die gebruik maakt van Kornwerderzand, wat het totale aanbod is vanuit zee gedurende een migratieperiode in de huidige situatie is, wat de verblijftijd (vertraging) is aan de zeezijde van het complex bij Kornwerderzand en het passage succes (intrek-efficiëntie). Elke cel is gemarkeerd wat de volgende betekenis heeft: ● = conclusies gebaseerd op onderzoek ● = conclusies gebaseerd op basis van 'expert judgement' of naar analogie van een andere soort ● = onbekend of best guess. Foto's: Sportvisserij Nederland. (Griffioen et al. 2014b, Griffioen and Winter 2017a).

Soort	Ruimtelijke afbakening en ontwikkelingen (trends) in populatie	Aanbod Kornwerderzand	Verblijftijd (vertraging)	Passage succes huidige situatie
 <p>Europese steur</p>	<ul style="list-style-type: none"> De Europese steur is uit het Rijn stroomgebied verdwenen in de 1^e helft van 20^e eeuw. Recentelijk zijn een beperkt aantal juveniele gezenderde steuren uitgezet in de Waal. Ter onderzoek naar mogelijke toekomstige herintroductie. 	<ul style="list-style-type: none"> Geen aanbod in huidige situatie (0) 	<ul style="list-style-type: none"> n.v.t. 	<ul style="list-style-type: none"> n.v.t.
 <p>Atlantische zalm</p>	<ul style="list-style-type: none"> De Atlantische zalm is uit het Rijn stroomgebied verdwenen in de 1^e helft van 20^e eeuw. Sinds 1989 herintroductie programma in bovenlopen Rijn. Populatie is nog steeds afhankelijk van uitzettingen en vertoont afnemende trend sinds 2010. Een klein deel van de Rijn-populatie gebruikt de IJsselmeer-IJssel tak als migratieroute. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 10en-100en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, zal afhankelijk zijn van spuiregime, in perioden met veel spuivensters via visvriendelijke kokers wellicht relatief kort 	<ul style="list-style-type: none"> > 50%(schatting op basis zeeforel zender-onderzoek onder aanname dat zalm vergelijkbaar is)
 <p>Bot(larve)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Bot maakt onderdeel uit van een Noordzee-paipopulatie, vanwaar botlarven naar kustgebieden en dan met name estuaria trekken met getijdestromen, zoals Waddenzee en Kornwerderzand. Wellicht afnemend, grote fluctuaties in aantallen, zowel in Waddenzee als IJsselmeer. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 10.000en – 10.000.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar vermoedelijk hoog gezien de zeer beperkte intrekmogelijkheden 	<ul style="list-style-type: none"> Niet tot zeer laag voor botlarven, laag voor juveniele bot dispersie/migratie (Winter 2009). Onderzoeken in 2018 laten 0.2-0.9% zien. (beperkt aantal metingen)
 <p>Driedoornige stekelbaars</p>	<ul style="list-style-type: none"> Stekelbaarzen komen voor in verschillende ecotypes, waarbij de diadrome populatie waarschijnlijk relatief lokaal (Waddenzee, IJsselmeer) is aan weerszijden van Kornwerderzand. Toenemende trend zowel in Waddenzee bij Eems als bij Kornwerderzand (waar vervolgens recente terugval in aantallen) 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 100.000en – 100.000.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar vermoedelijk hoog gezien de zeer beperkte intrekmogelijkheden p 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend. Best guess: laag – matig. Onderzoeken in 2018 laten 0.4-2.0% zien. (beperkt aantal metingen)
 <p>Europese aal (glasaal)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Eén gemengde (panmictische) wereldpopulatie op en rond het Europese continent. Neemt sterk af sinds jaren 80 van de 20^e eeuw. Glasaalintrek bij Den oever, en rode aal op IJsselmeer en bij Kornwerderzand wellicht weer enige toename in laatste jaren. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte minimaal 1.000.000en (glasaal) 	<ul style="list-style-type: none"> Enkele dagen tot maximaal weken (gebaseerd op onderzoek bij den Oever) 	<ul style="list-style-type: none"> Best guess: laag – matig. Onderzoeken in 2018 laten 1.7-9.2% zien (beperkt aantal metingen)
 <p>Fint</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tot welke paipopulatie de finten behoren die bij Kornwerderzand opduiken is onbekend. Er is geen duidelijke trend in Waddenzee en bij Kornwerderzand. Aantallen kunnen sterk fluctueren, met name sterke pieken in juveniele fint. Vermoedelijk van buitenlandse estuaria afkomstig. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 10en – 100.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, zal afhankelijk zijn van spuiregime, in perioden met veel spuivensters via visvriendelijke kokers wellicht korter 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend. >50% als sterke zwemmer naar analogie van zeeforel
 <p>Elft</p>	<ul style="list-style-type: none"> De elft is uit het Rijn stroomgebied verdwenen in de 1^e helft van 20^e eeuw. Sinds 2008 herintroductie programma in hoofdstroom Duitse Rijn. In Duitse Rijn sinds enkele jaren weer optrekkende volwassen elften. Nog niet waargenomen bij Kornwerderzand 9 	<ul style="list-style-type: none"> onbekend, van afwezig (0) tot wellicht 10en (adulten) 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, zal afhankelijk zijn van spuiregime, in perioden met veel spuivensters via visvriendelijke kokers wellicht korter 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend. >50% als sterke zwemmer naar analogie van zeeforel
 <p>Houting</p>	<ul style="list-style-type: none"> De houting is uit het Rijn stroomgebied verdwenen in de 1^e helft van 20^e eeuw. Sinds 1998 herintroductie programma in Duitse Rijn dichtbij de Nederlandse grens. Na 2008 zijn uitzettingen gestopt en zelfvoorzienende paipopulatie in IJssel en Nederlandse Rijn takken. Afvlakkend na toename. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 100en – 100.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, zal afhankelijk zijn van spuiregime, in perioden met veel spuivensters via visvriendelijke kokers wellicht korter. 	<ul style="list-style-type: none"> >50 %, gebaseerd op zeer klein aantal gezenderde houting (Griffioen et al. 2014b)
 <p>Rivierprik</p>	<ul style="list-style-type: none"> rivierprik kent geen homing. Dispersie vanuit opgroeigebieden op zee waarschijnlijk relatief gering. Paaggebieden stroomopwaarts van Kornwerderzand in IJssel, Overijsselse Vecht en Duits middenloop Rijn en zijrivieren. Ook in Eems en Drentse Aa. Geen goede trendgegevens beschikbaar dor timing van monitoringsprogramma's (voorjaar en najaar) vs optrek (vroeg winter, nov-jan) 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 1.000en – 100.000en, (grovweg 30.000 in 2015) 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar vermoedelijk hoog gezien de zeer beperkte intrekmogelijkheden. Merk-terugvangsten duiden op weken en meer. 	<ul style="list-style-type: none"> < 16-35%, aannemend dat deze vergelijkbaar of veel lager is dan voor zeeprik die grote zwemcapaciteit heeft. (Griffioen et al. 2014b)
 <p>Spiering</p>	<ul style="list-style-type: none"> Spiering bij Kornwerderzand maakt deel uit van IJsselmeer-IJsselpopulatie, in huidige situatie lijkt diadrome deel vrijwel tot niets bij te dragen aan deze populatie. IJsselmeer populatie neemt af. Voorkomen in Waddenzee sterk fluctuerend. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 1.000.000en – 100.000.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar vermoedelijk hoog gezien de zeer beperkte intrekmogelijkheden 	<ul style="list-style-type: none"> Laag-matig (Tulp et al. 2013, Phung et al. 2015) Onderzoeken in 2018 laten 9.5-52.2% zien (beperkt aantal metingen)
 <p>Zeeforel</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zeeforel bij Kornwerderzand maakt deel uit van de Rijnpopulatie forel (beekforel-zeeforel) en trekt via de IJsselmeer-IJssel tussen bovenlopen Duitse Rijn (grote populatie) en Overijsselse Vecht (kleine populatie). Zeeforel neemt af zowel in de fuikmonitoring bij Kornwerderzand als in fuikmonitoring in Waddenzee bij Texel (NIOZ) 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 100en-1.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, zal afhankelijk zijn van spuiregime, in perioden met veel spuivensters via visvriendelijke kokers wellicht relatief kort. Foerageert ook ter plaatse. 	<ul style="list-style-type: none"> > 50 % gebaseerd op zender-onderzoek (De Vaate et al. 2003, Griffioen et al. 2014b)
 <p>Zeeprik</p>	<ul style="list-style-type: none"> Vertoont geen homing, zeeprikken bij Kornwerderzand maken onderdeel uit van een mengende Noordzeepopulatie, en trekken bij succesvolle passage van Kornwerderzand stroomopwaarts naar Rijn takken tot in Duitsland. Afnemend? 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte 10en-1.000en 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar lijken minimaal dagen tot weken gezien de beperkte intrekmogelijkheden. 	<ul style="list-style-type: none"> 16-35 %, gebaseerd op 25 gezenderde zeeprikken ⁷
 <p>Haring en Sprot</p>	<ul style="list-style-type: none"> Zowel jonge Haring als sprot komt in grote aantallen in het voorjaar voor in de spuikom van Kornwerderzand. Deze zijn vaak niet tot op soort gedetermineerd, vandaar dat deze in deze rapportage gezamenlijk worden behandeld. Geen duidelijke trends in voorkomen, sommige jaren enorme pieken in voorkomen. 	<ul style="list-style-type: none"> Ordegrootte minimaal 1.000.000en (larven en juvenielen) 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend, maar vermoedelijk hoog gezien de zeer beperkte intrekmogelijkheden, wellicht geringer door dispersie terug naar Waddenzee 	<ul style="list-style-type: none"> Onbekend. Best guess: laag – matig, slechts af en toe in IJsselmeer waargenomen binnen meet-programma's.

⁷ Gecorrigeerd percentage van rapportage Griffioen et al. 2014

7 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.

Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*.

Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

- ARCADIS. 2015. Eindrapport testfase project visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk - Rijkswaterstaat Midden Nederland. ARCADIS C01021.200821.
- Bergstedt, R. A., and J. G. Seelye. 1995. EVIDENCE FOR LACK OF HOMING BY SEA LAMPREYS. Transactions of the American Fisheries Society **124**:235-239.
- Bij de Vaate, A., A. W. Breukelaar, T. Vriese, G. De Laak, and C. Dijkers. 2003. Sea trout migration in the Rhine delta. Journal of Fish Biology **63**:892-908.
- Bjerselius, R., W. M. Li, J. H. Teeter, J. G. Seelye, P. B. Johnsen, P. J. Maniak, G. C. Grant, C. N. Polkinghorne, and P. W. Sorensen. 2000. Direct behavioral evidence that unique bile acids released by larval sea lamprey (*Petromyzon marinus*) function as a migratory pheromone. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **57**:557-569.
- Borcherding, J., A. W. Breukelaar, H. V. Winter, and U. König. 2013. Spawning migration and larval drift of anadromous north sea houting (*Coregonus oxyrinchus*) in the river ijssel, the netherlands. Ecology of Freshwater Fish.
- Borcherding, J., A. W. Breukelaar, H. V. Winter, and U. König. 2014. Spawning migration and larval drift of anadromous North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus*) in the River IJssel, the Netherlands. Ecology of Freshwater Fish **23**:161-170.
- Borcherding, J., C. Pickhardt, H. V. Winter, and J. S. Becker. 2008. Migration history of North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus* L.) caught in Lake IJsselmeer (The Netherlands) inferred from scale transects of Sr-88 : Ca-44 ratios. Aquatic Sciences **70**:47-56.
- Bos, A. R. 1999. Tidal transport of flounder larvae (*Pleuronectes flesus*) in the Elbe River, Germany. Archive of Fishery and Marine Research **47**:47-60.
- Brevé, N. W. P., H. Vis, B. Houben, G. A. J. Laak, A. W. Breukelaar, M. L. Acolas, Q. A. A. Bruijn, and I. Spierts. 2013. Exploring the possibilities of seaward migrating juvenile European sturgeon *Acipenser sturio* L., in the Dutch part of the River Rhine. Journal of Coastal Conservation:1-13.
- Calles, O., A. B. Griffioen, H. V. Winter, J. Watz, D. Nyqvist, A. Hagelin, S. Gustafsson, M. Osterling, J. Piccolo, L. Greenberg, and E. Bergman. 2014. Fish Migration River Monitoring Plan. Karlstad University Studies, ISSN 1403-8099 ; 2014:69.
- de Groot, S. J. 2002. A review of the past and present status of anadromous fish species in the Netherlands: is restocking the Rhine feasible? Hydrobiologia **478**:205-218.
- De Vaate, A. B., A. W. Breukelaar, T. Vriese, G. De Laak, and C. Dijkers. 2003. Sea trout migration in the Rhine delta. Journal of Fish Biology **63**:892-908.
- Dekker, W. 2004. Slipping through our hands - Population dynamics of the European eel. - Phd Thesis University - of Amsterdam, 186 pp.
- Dekker, W., and J. vanWilligen. 1997. Hoeveel glasaal trekt het IJsselmeer in? - verslag van een merkproef met glasaal te Den Oever in 1997 - RIVO rapport nr C062/97.
- Feunteun, E. 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. Ecological Engineering **18**:575-591.
- Gosset, C., J. Rives, and J. Labonne. 2006. Effect of habitat fragmentation on spawning migration of brown trout (*Salmo trutta* L.). Ecology of Freshwater Fish **15**:247-254.
- Graaf, M. d., and S. M. Bierman. 2010. De toestand van de Nederlandse aalstand en aalvisserij 2010 - IMARES rapport C143/10.
- Griffioen, A. B. 2014. Data rapportage najaar 2013 fuik monitoring Kornwerderzand t.b.v. de VismigratieRivier. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., S. C. V. Geelhoed, O. A. v. Keeken, and H. V. Winter. 2015. Een analyse van de effecten van getijnturbines op habitat, vis, vogels en zeezoogdieren bij Kornwerderzand. IMARES Wageningen UR, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and E. Kuijs. 2013a. Een eerste monitoring voor een index voor schieraal in Nederland 2012 - IMARES rapport nr C139/13.
- Griffioen, A. B., and E. Kuijs. 2013b. Winterintrek van rivierprik bij Kornwerderzand en het Haringvliet najaar 2012 - rapport nr C084/13. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., P. d. Vries, R. H. Twijnstra, and M. d. Graaf. 2017a. Glass eel monitoring in the Netherlands. Wageningen Marine Research rapport : C010/17, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2014a. Het voorkomen van diadrome vis in de spuikom van Kornwerderzand 2001 - 2012 en de relatie met spuidebieten. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2014b. Merk-terugvangst experiment rivierprik (*Lampetra fluviatilis*) bij Kornwerderzand. IMARES, IJmuiden.

-
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2017a. Fish migration river monitoring plan : monitoring program on the effectiveness of the FMR at Kornwerderzand.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2017b. Schieraal uittrek Noordzeekanaal 2016 - een merk-terugvangst experiment met fuikvangsten. Wageningen University & Research Rapport C050/17.
- Griffioen, A. B., H. V. Winter, J. Hop, and F. T. Vriese. 2014a. Inschatting van het aanbod diadrome vis bij Kornwerderzand. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., H. V. Winter, O. A. v. Keeken, C. Chen, E. v. Os-Koomen, S. Schoenlau, and T. Zawadowski. 2014b. Verspreidingsdynamiek, gedrag en voorkomen van diadrome vis bij Kornwerderzand t.b.v. de VismigratieRivier. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., H. V. Winter, and R. van Hal. 2017b. Prognose visstand in en rond het Haringvliet na invoering van het Kierbesluit in 2018. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., H. V. Winter, O. A. Van Keeken, and B. van Houten. in prep. Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018. Wageningen Marine Research.
- Groot de, S. J. 1992. Herstel van riviertrekvisen in de Rijn een realiteit? de Fint. De Levende Natuur **93**:182-186.
- Hop, J., and F. T. Vriese. 2018. Analyse detectiegegevens salmoniden 2011-2016., ATKB rapport 20170122/rap01.
- Houben, B., L. Linnartz, and J. Quak. 2012. De steur terug in de Rijn - de atlantische steur als kroon op het werk aan levende rivieren. ARK, Nijmegen.
- ICES. 2017. Report of the joint EIFAAC/ICES/GFCM working group on eels (WGEEL).
- Jager, Z. 2001. Transport and retention of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard nursery (Ems estuary). Journal of Sea Research **45**:153-171.
- Jager, Z., and H. P. J. Mulder. 1999. Transport velocity of flounder larvae (*Platichthys flesus* L.) in the Dollard (Ems estuary). Estuarine Coastal and Shelf Science **49**:327-346.
- Jonsson, N., and B. Jonsson. 2002. Migration of anadromous brown trout *Salmo trutta* in a Norwegian river. Freshwater Biology **47**:1391-1401.
- Keeken, O. A. v., M. v. Hoppe, I. J. d. Boois, M. d. Graaf, A. B. Griffioen, M. Lohman, E. v. Os-Koomen, H. J. Westerink, J. A. M. Wiegerinck, and H. M. J. v. Overzee. 2016. Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2015 Deel III: Data. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Kleef, H. L., and Z. Jager. 2002. Het diadrome visbestand in het Eems-Dollard estuarium in de periode 1999 tot 2001. Rapport nr 2002.060.
- Kopetsch, D., and J. Scholle. 2017. Stow net fishery Ems 2017 Fish fauna study within the framework of water status monitoring in accordance with the WFD. BIOCONSULT BM 17.30.
- LANUV. 2011. Herintroductie van de elft (meivis, *Alosa alosa*) in het Rijnsysteem. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen-Fachbericht 28.
- Lucas, M. C., and E. Barras. 2001. Migration of freshwater fishes. Blackwell Science Ltd.
- Maitland, P. S., and A. A. Lyle. 2005. Ecology of allis shad *Alosa alosa* and twaite shad *Alosa fallax* in the Solway Firth, Scotland. Hydrobiologia **534**:205-221.
- Morais, P., E. Dias, J. Babaluk, and C. Antunes. 2011. The migration patterns of the European flounder *Platichthys flesus* (Linnaeus, 1758) (Pleuronectidae, Pisces) at the southern limit of its distribution range: Ecological implications and fishery management. Journal of Sea Research **65**:235-246.
- Noordhuis, R. 2010. Ecosysteem IJsselmeergebied: nog altijd in ontwikkeling - Trends en ontwikkelingen in water en natuur van het Natte Hart van Nederland. Rijkswaterstaat ministerie van Verkeer en Waterstaat.
- Overzee van, H. J. M., I. J. de Boois, O. A. van Keeken, B. van Os-Koomen, J. van Willigen, and M. de Graaf. 2011. Vismonitoring in het IJsselmeer en Markermeer. IMARES.
- Phung, A. T., I. Tulp, W. Baeyens, M. Elskens, M. Leermakers, and Y. Gao. 2015. Migration of diadromous and landlocked smelt populations studied by otolith geochemistry. Fisheries Research **167**:123-131.
- Pollock, K. H., J. D. Nichols, C. Brownie, and J. E. Hines. 1990. Statistical Inference for Capture-Recapture Experiments. Wildlife Monographs:3-97.
- Poulsen, S. B., L. F. Jensen, C. Schulz, M. Deacon, K. E. Meyer, T. Jager-Kleinicke, H. Schwarten, and J. C. Svendsen. 2012. Ontogenetic differentiation of swimming performance and behaviour in relation to habitat availability in the endangered North Sea houting (*Coregonus oxyrinchus*). Aquatic Living Resources **25**:241-249.
- Ricker, W. E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fisheries and Marine Service.
- Schneider, J. 2009. Fischökologische Gesamtanalyse einschließlich Bewertung der Wirksamkeit der laufenden und vorgesehenen Maßnahmen im Rheingebiet mit Blick auf die Wiedereinführung von Wanderfischen. Bericht Nr. 167, Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR), 165 pp.
- Schneider, J. 2011. Review of reintroduction of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in tributaries of the Rhine River in the German Federal States of Rhineland-Palatinate and Hesse. Journal of Applied Ichthyology **27**:24-32.

-
- Slijkerman, D., E. M. Foekema, and P. de Vries. 2018. Effecten van visvriendelijke maatregelen op de glasaalindex bij Den Oever. Wageningen Marine Research report C045/17.
- Thieren, E., A. Ervynck, D. Brinkhuizen, A. Locker, and W. Van Neer. 2016. The Holocene occurrence of *Acipenser* spp. in the southern North Sea: the archaeological record. *Journal of Fish Biology* **89**:1958-1973.
- Tien, N., A. B. Griffioen, O. A. Van Keeken, J. C. Rijssel, and J. J. de Leeuw. in prep. Vismonitoring Zoete Rijkswateren en Overgangswateren t/m 2017. Wageningen Marine Research rapport C084/18.
- Trancart, T., P. Lambert, E. Rochard, F. Daverat, J. Coustillas, and C. Roqueplo. 2012. Alternative flood tide transport tactics in catadromous species: *Anguilla anguilla*, *Liza ramada* and *Platichthys flesus*. *Estuarine Coastal and Shelf Science* **99**:191-198.
- Tulp, I., M. Keller, J. Navez, H. V. Winter, M. de Graaf, and W. Baeyens. 2013. Connectivity between Migrating and Landlocked Populations of a Diadromous Fish Species Investigated Using Otolith Microchemistry. *PLoS ONE* **8**.
- van Banning, G., J. van der Baan, and W. de Bruijne. 2017. Vismigratierivier Afsluitdijk - Hydraulische en ecologische toetsing van het ontwerp. ARCADIS C03141.000015.
- van de Ven, M. W. P. M. 2018. Monitoring Nul-situatie Vismigratierivier Getijdemigranten Kornwerderzand Voorjaar 2018. ATKB 20171509/003.
- van der Hammen, T., J. van der Winden, M. Kraan, and I. Tulp. 2017. Herziening spieringadvisering. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- van der Sluis, M. T., N. S. H. Tien, A. B. Griffioen, O. A. van Keeken, E. van Os-Koomen, K. E. van de Wolfshaar, and J. A. M. Wiegerinck. 2018. Toestand vis en visserij in de zoete Rijkswateren 2016 Deel II, Methoden. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Vethaak, A. D. 2013. Disease prevalence in flounder (*Platichthys flesus*) from the Dutch Wadden Sea as indicator of environmental quality: A summary of 1988-2005 surveys. *Journal of Sea Research* **82**:142-152.
- Vriese, F. T. 2014. Variantenanalyse VMR Afsluitdijk. ATKB 20140166/rapp01.
- Vriese, F. T., W. de Bruijne, H. Voortman, and T. Wijdenes. 2014. Voorkeursvariantennotitie visvriendelijk sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk. ARCADIS 077298068:0.8.
- Vrieze, L. A., R. Bjerselius, and P. W. Sorensen. 2010. Importance of the olfactory sense to migratory sea lampreys *Petromyzon marinus* seeking riverine spawning habitat. *Journal of Fish Biology* **76**:949-964.
- Wiegerinck, J. A. M., I. J. d. Boois, O. A. v. Keeken, and H. J. Westerink. 2009. Jaarrapportage Passieve Vismonitoring Zoete Rijkswateren: fuik- en zalmsteekregistraties in 2008. IMARES, IJmuiden.
- Williot, P., E. Rochard, G. Castelnau, T. Rouault, R. Brun, M. Lepage, and P. Elie. 1997. Biological characteristics of European Atlantic sturgeon, *Acipenser sturio*, as the basis for a restoration program in France. *Environmental Biology of Fishes* **48**:359-372.
- Williot, P., Rochard, E., Desse-Berset, N., Kirschbaum, F., Gessner, J. (Eds.). . 2011. *Biology and Conservation of the European Sturgeon Acipenser sturio* L. 1758. The Reunion of the European and Atlantic Sturgeons. Springer Heidelberg, Dordrecht, New York, London.
- Winter, H. V. 2007. A fisheye view on fishways. PhD Thesis, Wageningen University The Netherlands.
- Winter, H. V. 2009. Voorkomen en gedrag van trekvis nabij kunstwerken en consequenties voor de vangst met vistuigen - IMARES rapport nr C076/09.
- Winter, H. V. 2018. Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Rhine river system., In: Bijlsma, R.J., 2018.
- Winter, H. V., J. J. de Leeuw, and J. Bosveld. 2008. Houting in het IJsselmeergebied. Een uitgestorven vis terug? - IMARES rapport nr C084/08.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and O. A. v. Keeken. 2014a. De Vismigratierivier: Bronnenonderzoek naar gedrag van vis rond zoet - zout overgangen. IMARES, IJmuiden.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and O. A. van Keeken. 2014b. De Vismigratierivier: bronnenonderzoek naar gedrag van vis rond zoet-zout overgangen. IMARES Wageningen UR, IJmuiden.
- Wirth, T., and L. Bernatchez. 2003. Decline of North Atlantic Eels: A Fatal Synergy? *Proceedings: Biological Sciences* **270**:681-688.

Verantwoording

Rapport C006/19

Projectnummer: 4316100166

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Joep de Leeuw
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 30 januari 2019

Akkoord: Tammo Bult
Director

Handtekening:



Datum: 30 januari 2019

Bijlage 1 Passage schutsluizen

Voor de schutsluizen is eenzelfde beredenering uitgewerkt als voor de spuisluizen. Hierbij is voor scenario 1) 16.000m² aangehouden, voor scenario 2) 67.520 m² en voor scenario 3) 135.040 m² op basis van inschatting (*Figuur 7-1*).

Er is, op 4 avonden na, niet op gelijke dagen gevist met kruisnet en doortrekmeting. Derhalve zijn de resultaten minder betrouwbaar en niet opgenomen in de hoofdrapportage. Op 28 maart, 11 en 25 april en 14 juni is er wel op dezelfde dag gevist. Er is voor deze dagen berekend welk aanbod er was op basis van kruisnet vangsten en wat er in de zout-zoet schutting is gevangen (*Tabel 13*).



Figuur 7-1 Scenario's om totaal aanbod te schatten op basis van kruisnet onderzoek.

Tabel 13 Schatting voor passage-efficiëntie voor glasaal, bot en driedoornige stekelbaars doorgerekend voor 3 scenario's en voor dagen waarop gelijktijdig is gevist. Gegevens op basis van van der Ven et al. (2018).

glasaal												
datum	trek (n)	n vangst	n / trek	aanbod m2	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting*	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	27	25	0.93	0.1	1646	6947	13893	54	216	13.1	3.1	1.6
11/apr	25	251	10.04	1.1	17849	75322	150645	299	1196	6.7	1.6	0.8
25/apr	25	89	3.56	0.4	6329	26708	53416	138	552	8.7	2.1	1.0
14/jun	25	2	0.08	0.0	142	600	1200	52	208	146.3	34.7	17.3
gemiddelde										43.7	10.4	5.2
bot												
datum	trek (n)	n vangst	n / trek	aanbod m2	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	27	0	0.00	0.0	0	0	0	1	4			
11/apr	25	4	0.16	0.0	284	1200	2401	9	36	12.7	3.0	1.5
25/apr	25	1	0.04	0.0	71	300	600	55	220	309.4	73.3	36.7
14/jun	25	15	0.60	0.1	1067	4501	9003	228	912	85.5	20.3	10.1
gemiddelde										135.8	32.2	16.1
Driedoornige stekelbaars												
datum	trek (n)	n vangst	n / trek	aanbod m2	scen. 1 (n)	scen. 2 (n)	scen. 3 (n)	meting	totaal doortrek	scen. 1 pass. (%)	scen. 2 pass. (%)	scen. 3 pass. (%)
28/mrt	27	71	2.63	0.3	4675	19728	39456	81	324	6.9	1.6	0.8
11/apr	25	51	2.04	0.2	3627	15305	30609	148	592	16.3	3.9	1.9
25/apr	25	262	10.48	1.2	18631	78623	157247	165	660	3.5	0.8	0.4
14/jun	25	16	0.64	0.1	1138	4801	9603	2	8	0.7	0.2	0.1
gemiddelde										6.9	1.6	0.8
*zout-zoet schutting (Van der Ven et al. 2018)												

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'
