



---

# Evaluatie trekvisonderzoeken Noordzeekanaal en Ommelanden

Onderzoek in het kader van samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden Fase 1

Auteur(s): Winter, H.V., Griffioen, A.B., de Bruijn, P.

Wageningen University &  
Research rapport C015/20

---

# Evaluatie trekvisonderzoeken Noordzeekanaal en ommelanden

Onderzoek in het kader van samenwerkingsverband Ecologische Verbindingszone  
Noordzeekanaal en Ommelanden Fase 1.

Auteur(s): Winter, H.V., Griffioen, A.B., de Bruijn, P.

Wageningen Marine Research (WMR), Wageningen University & Research (WUR)

Wageningen Marine Research  
IJmuiden, April 2020

---

Wageningen Marine Research rapport C015/20

---

Keywords: Trekvis-onderzoek, monitoring vismigratie, paling, driedoornige stekelbaars, waterbeheer

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat West-Nederland Noord  
Toekanweg 7  
2035 LC Haarlem

Namens Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden:  
RWS West-Nederland Noord (Marco van Wieringen)  
Provincie Noord-Holland (Sietske Langeveld)  
Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (Rik Beentjes)  
Hoogheemraadschap van Rijnland (Bart Schaub)  
Waterschap Amstel, Gooi en Vecht (Jacques van Alphen)  
Sportvisserij Midwest Nederland (Maikel van Breugel)  
Gemeente Amsterdam (Geert Timmermans)  
Port of Amsterdam (Remco Barkhuis)

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/514957>  
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  
vertegenwoordigd 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.

A\_4\_3\_1 V29 (2019)

---

# Inhoud

<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1 Inleiding</b>	<b>8</b>
1.1 Achtergrond	8
1.2 Vismigratie Noordzeekanaal en ommelanden	8
1.3 Leeswijzer rapportage	10
<b>2 Overzicht van afgeronde trekvis-onderzoeken EVZ NZK eo fase 1</b>	<b>11</b>
2.1 Schieraal uittrek Noordzeekanaal 2016	12
2.2 Evaluatie Vismigratievoorziening Kleine Sluis IJmuiden voor schieraal (2016-2017)	13
2.3 Glasaal bij het sluiscomplex van IJmuiden (2017)	14
2.4 Pilot studie akoestische telemetrie nabij sluiscomplex IJmuiden (2017)	15
2.5 Migratiepatronen en –knelpunten tijdens uittrek van schieraal uit Noordzeekanaal en ommelanden, inclusief Markermeer (2017-2018)	16
2.6 Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018	21
2.7 Expertmeeting trekvisonderzoeken 6 juni 2019	24
<b>3 Kennisbeschouwing Europese aal</b>	<b>25</b>
3.1 Glasaal	25
3.1.1 Recruitement	25
3.1.2 Migratiegedrag en oriëntatie op zee	26
3.1.3 De intrek van glasaal naar het zoete water	30
3.1.4 Onderzoek naar glasaalaanbod in het Noordzeekanaal en elders	31
3.2 Rode aal	39
3.3 Schieraal	41
<b>4 Evaluatie van trekvismigratie in Noordzeekanaal en ommelanden</b>	<b>42</b>
4.1 Generieke patronen trekvis-onderzoek en algemene beheeradviezen	42
4.1.1 Algemene beheeradviezen met betrekking tot maalbeheer	42
4.1.2 Algemene beheeradviezen met betrekking tot sluisbeheer	45
4.2 Evaluatie trekvismigratie en specifieke beheeradviezen per deelgebied	47
4.2.1 Kengetallen deelgebieden in Noordzeekanaal-regio	47
4.2.2 Noordzeekanaal, sluizencomplex IJmuiden (RWS)	51
4.2.3 Aagtendijk (HHNK)	54
4.2.4 Nauerna (HHNK)	54
4.2.5 Polder Westzaan (HHNK)	55
4.2.6 Zaancomplex/Schermerboezem (HHNK)	56
4.2.7 Polder Oostzaan (HHNK)	58
4.2.8 Waterlands boezem (HHNK)	59
4.2.9 Houtrakpolder (HHR)	60
4.2.10 Boezem Rijnland (HHR)	60
4.2.11 Aetsveldsepolder (AGV)	62
4.2.12 Kortenhoefse plassen (AGV)	62
4.2.13 Vinkeveense plassen (AGV)	63
4.2.14 Oranjesluizen en Markermeer (RWS)	64
<b>5 Van intrek tot uittrek: integrale beschouwing van trekvis in Noordzeekanaal-regio</b>	<b>65</b>
5.1 Aal van intrek tot uittrek in Noordzeekanaal-regio	65
5.2 Driedoornige stekelbaars in de Noordzeekanaal-regio	72

---

<b>6</b>	<b>Beheer adviezen en aanbevelingen</b>	<b>74</b>
6.1	Samenvattend overzicht locatie specifieke adviezen	74
6.2	Aanbevelingen voor monitoring en onderzoek	77
6.2.1	Uitbreiding index monitoring glasaal en schieraal	77
6.2.2	Onderzoek naar predatie van glasaal nabij barrières	77
6.2.3	Kansen voor slim maalbeheer voor glasaal	78
6.2.4	Loze schuttingen op brak/zoet-overgangen	78
6.2.5	Registratie uitzet van glasaal	78
6.2.6	Habitatpreferentie en rode aal draagkracht-onderzoek	78
6.2.7	Relatie tussen gedrag van schieraal en het benutten van migratievensters bij kunstwerken (sluizen, gemalen)	79
6.2.8	Invloed van scheepvaart op schieraal migratie	79
6.2.9	Meta-analyse van schieraal migratie tussen verschillende watersystemen	80
<b>7</b>	<b>Kwaliteitsborging</b>	<b>81</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>82</b>
<b>Bijlage 1</b>	<b>Aanvoerpunten NZK/ARK</b>	<b>85</b>
<b>Bijlage 2</b>	<b>Resultaten zenderonderzoek uittrek schieraal 2017-2018</b>	<b>86</b>
	<b>Verantwoording</b>	<b>87</b>

---

# Samenvatting

## **Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden (EVZ NZK eo)**

Het samenwerkingsverband EVZ NZK eo, dat bestaat uit alle waterbeheerders en partners rondom het Noordzeekanaal (Rijkswaterstaat West-Nederland Noord, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, provincie Noord-Holland, Sportvisserij Midwest Nederland, Port of Amsterdam, gemeente Amsterdam), wil vismigratie in de diverse beheergebieden bevorderen. Hierbij is een integraal vismigratie monitoringsplan opgesteld, met als doel de monitoring van de migratie van trekvis en het vaststellen van de effectiviteit van gerealiseerde vispassages, evenals de uitwisseling van standvis tussen Noordzeekanaal en omliggende boezem- en polderwateren. Fase 1 van het onderzoek aan trekvis levert ook een nul-opname voor de realisatie van de nieuwe zeesluis in IJmuiden en 'selectieve onttrekking' van zout water.

## **Doelstelling van deze rapportage**

De doelstelling van deze rapportage is het integreren en evalueren van de onderzoeken die zijn uitgevoerd in de jaren 2016-2018 naar de migratie van de trekvis aal en driedoornige stekelbaars. In de rapportage worden de diverse deelgebieden met kengetallen, migratieknooppunten en aanbevelingen besproken, waarbij ook andere relevante kennis wordt betrokken en gepresenteerd. Het doel van de evaluatie is het samenbrengen van de verworven kennis, het komen tot concrete aanbevelingen voor beheer en het identificeren van kennisleemtes. De onderzoeken hebben interessante biologische kennis opgeleverd van de onderzochte trekvissoorten, die wordt ook gepresenteerd in een kennisbeschouwing.

## **Trekvisonderzoeken in Noordzeekanaal-regio 2016-2018**

De onderzoeken naar de migratie van trekvis hadden als voornaamste doel het verkrijgen van inzicht in migratie-routes, schattingen van het aanbod van trekvis verspreid over de regio, inzicht in eventuele knelpunten die optreden bij migraties, genomen maatregelen evalueren en kennis ontwikkelen om aanvullende maatregelen te kunnen nemen. Voor het intrekonderzoek zijn o.a. glasaaldetectoren en merk-terug vangst methoden (Visible Implant Elastomer (VIE)-tagging) ingezet. Voor het uittrekonderzoek is een netwerk aan ontvangers gebouwd om schieralen met akoestische zenders tijdens hun migratie vanuit het achterland naar zee te kunnen volgen.

## **Evaluatie van resultaten en aanbevelingen voor beheer**

Op basis van de resultaten van de trekvis-onderzoeken bij migratie-knooppunten (met name locaties met gemalen, sluiscomplexen, en bij een deel met faciliteiten voor vismigratie) is een uitgebreide analyse uitgevoerd. Deze betrof de mate van aantrekking van trekvis naar een knooppunt ('attractie-efficiëntie'), de mate van passeerbaarheid van een knooppunt ('passage efficiëntie' en relevante routes), en uittreksucces naar zee (eventueel met registratie van verdwijning na passeren van een knooppunt in het achterland). Hiermee worden gerealiseerde vispassages of genomen maatregelen om vismigratie te faciliteren (bijvoorbeeld door middel van rinkettenbeheer in schutsluizen) geëvalueerd. Verder zijn de belangrijkste knelpunten geïdentificeerd. Voor beheeradviezen is een onderscheid gemaakt tussen generieke en locatie-specifieke maatregelen of aanpassingen in beheer. Generieke maatregelen, die op meerdere locaties zouden kunnen worden toegepast omvatten bijvoorbeeld het doen van loze schuttingen 's nachts en het draaien van schadelijke gemalen zoveel mogelijk overdag. Locatie-specifieke adviezen voor beheer of voor het nader onderzoeken van een knelpunt zijn per locatie samengevat in hoofdstuk 6.

## **Integrale beschouwing van trekvis-migratie Noordzeekanaal-regio**

De resultaten van intrek (glasaal, driedoornige stekelbaars) en uittrek (schieraal) zijn geïntegreerd voor het gehele afwateringsgebied van het Noordzeekanaal. Voor het eerst is daarmee een goed beeld verkregen van de migratiepatronen. Zo weten we nu de verdeling over de intrekpunten van ca. 10 miljoen glasalen die in 2018 bij IJmuiden binnentrokken. Ruim een derde van deze glasalen zal niet

---

onmiddellijk (kunnen) doortrekken richting achterland, zoals is berekend aan de hand van een extrapolatie van aanbodschattingen bij verschillende intrekpunten langs het NZK. Dit betekent dat veel van de ingetrokken glasaal op het NZK achterblijft en wellicht in later stadium doortrekt naar het achterland of gedecimeerd wordt door predatie en ziekte.

Op grond van aannames over dichtheden van rode aal in het afwateringsgebied van het Noordzeekanaal, wordt geschat dat er in die regio sprake is van een jaarlijkse rekrutering van 200.000 schieralen. Hieruit volgt een uittreksucces bij IJmuiden van 45-50%, aangenomen dat alle schieraal in het afwateringsgebied via IJmuiden uittrekt. Op basis van het zenderonderzoek is geschat dat 40-60% van de alen afkomstig uit het achterland IJmuiden weet te bereiken. Op basis van merk-terugvangst experimenten is de omvang van de groep schieralen bij IJmuiden aankomt jaarlijks 90.000-100.000 schieralen. Dit is in lijn met de schatting van een rekrutering van grofweg 200.000 schieraal in het afwateringsgebied en een 40-60% hiervan die IJmuiden bereikt.

Een deel van deze alen passeert het gemaal IJmuiden, wat naar schatting zorgt voor een gemiddeld extra sterftepercentage van 10-15% voor alle schieraal die IJmuiden heeft bereikt. Dit reduceert het uittreksucces van schieraal vanuit het achterland tot 34-54% (46-66% sterfte van achterland tot uittrek naar zee). Het aandeel van het stroomgebied van het Noordzeekanaal in de jaarlijkse succesvolle schieraaluittrek voor heel Nederland is effectief 5-6%. In 2015-2016 was de uittrek aan schieraal vanuit Nederland 13% van de oorspronkelijke schieraaluittrek (van de Wolfshaar, 2018). Met het Aalbeheerplan (uit 2009) en driejaarlijkse evaluaties worden in Nederland maatregelen genomen om op termijn naar de 40% van de oorspronkelijke schieraaluittrek die de EU aal-verordening als doel stelt te geraken. Vermindering van de sterfte in het Noordzeekanaal regio kan hier een wezenlijke bijdrage aan leveren.

Van de gezenderde alen die het Noordzeekanaal weten te bereiken uit het achterland, blijkt 36% niet binnen de onderzoeksperiode tot juni 2018 IJmuiden te bereiken. Het Noordzeekanaal ARK-systeem zelf vormt dan ook mogelijk voor schieraal een lastiger te volgen route naar zee, wat kan liggen aan oriëntatieproblemen door gebrek aan stroming en wisselende stromingsrichting en wellicht verstoring door scheepvaart.

Van driedoornige stekelbaars, waar zeer weinig over bekend was, is het aanbod bij IJmuiden onderzocht met merk-terugvangst experimenten. Het aanbod in de Buitenhaven wordt voor het voorjaar van 2018 geschat op ca. 620.000±310.000 stekelbaarzen. Stekelbaarzen kennen zowel trekkende ('anadrome') als niet-trekkende populaties (in zowel zoet- als zoutwater). Het trekkende ('anadrome') deel hiervan wordt geschat op ca. 94.000±20.000 stekelbaarzen. Voor driedoornige stekelbaars was nog niets bekend en deze getallen geven een eerste beeld van de trek van deze soort door het Noordzeekanaal en benadrukken eveneens het belang van goed werkende voorzieningen.

### **Effectiviteit van voorzieningen**

Het functioneren van de vispassages die bij dit onderzoek betrokken zijn kon goed worden beoordeeld. Vispassage gemaal Halfweg functioneert relatief goed, met een efficiëntie van circa 79% voor glasaal en een korte gemiddelde verblijftijd.

Vispassage Kleine Sluis IJmuiden functioneert niet goed. De stromingen door de rinketten zijn te hoog. Aanbevolen wordt om de optimalisering van het rinkettenbeheer te richten op jaarrond intrek van vis en uittrek-scenario achterwege te laten.

Glasaalgoot gemaal Overtoom kent een intrekefficiëntie van circa 17%. De effectiviteit zou kunnen worden verhoogd door het beter afstemmen van het maalbeheer tussen gemaal Overtoom en de twee kleinere gemalen in Zijkanaal E. Ook kan worden overwogen om een vispassage aan te leggen, die voor alle intrekkende soorten geschikt is.

Vispassage gemaal De Waker, die toegang geeft tot Oostzaan, scoort niet goed, met een intrekefficiëntie van 8%. Deze locatie verdient nader onderzoek naar mogelijkheden om de vindbaarheid en de toegang tot de vispassage te vergroten.

Vispassage Willem I-sluis kent een laag aanbod van glasaal en een geringe uittrek van schieraal. Hier zouden wellicht aanvullende loze schuttingen 's nachts effectief kunnen zijn, voor zover het zoutbezwaar dit toelaat.

---

## **Kennisleemtes en aanbevelingen voor monitoring en onderzoek**

Tot slot zijn nog een aantal leemtes in kennis geïdentificeerd en zijn aanbevelingen gedaan voor het vervolg van monitoring en onderzoek. De aanbevelingen voor nadere monitoring en onderzoek zijn samengevat:

- Uitbreiding index monitoring glasaal en schieraal voor een betrouwbare langjarige monitoring van de in- en uittrek, niet alleen in IJmuiden maar ook landelijk;
- Onderzoek naar predatie van glasaal nabij barrières waar ophoping van glasaal plaats vindt;
- Kansen voor slim maalbeheer voor glasaal om de intrek gericht te sturen naar intreklocaties;
- Effectiviteit van loze schuttingen bij brak/zoet-overgangen voor migratie van trekvis;
- Registratie van uitzet van glasaal om de natuurlijke intrek te kunnen afzetten tegen de hoeveelheid glasaal die is uitgezet in een gebied;
- Habitatpreferentie en rode aal draagkracht-onderzoek om beter de opgroeicapaciteit voor aal van boezem- en poldergebieden te kunnen inschatten;
- Relatie tussen gedrag van schieraal en het benutten van migratievensters bij kunstwerken (sluizen, gemalen) en welke factoren en prikkels ('cues'). Omvat onderzoek naar aantrekkende werking ('attractie'), maar ook naar afschrikkende werking van factoren gerelateerd aan gemalen;
- Invloed van scheepvaart op schieraal migratie, door directe schade door schroeven, of effecten op oriëntatie door geluid en stroming;
- Meta-analyse van schieraal migratie tussen verschillende watersystemen. Hierdoor kan de invloed van afzonderlijke antropogene factoren die het migratiesucces van schieraal beïnvloeden worden onderscheiden, waar dat binnen een enkele 'case-studie' niet mogelijk is.
- Lange termijn monitoring bij vispassage Halfweg en door kruisnetbemonstering met vrijwilligers draagt bij tot een betere inschatting van toestand en trends. Aanbevolen wordt deze reeks, die in 2014 is gestart, voort te zetten. Dit mede met het oog op de huidige ingrepen bij de zeesluizen.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

De Nederlandse watersystemen zijn sterk gecompartmenteerd. Met behulp van gemalen, dijken, dammen, stuwen en andere kunstwerken zijn deze in kleine beheersbare eenheden verdeeld. Dat is noodzakelijk om een optimaal waterbeheer te kunnen voeren. Echter, deze compartimentering heeft geleid tot een grote mate van versnippering. Voor trekvis is dit een probleem doordat deze nu (vaak niet-passeerbare) barrières moeten passeren in de routes. Dit is, naast factoren zoals klimaatverandering, kanalisering, visserij, scheepvaart, waarschijnlijk één van de oorzaken van de gestage achteruitgang van de trekvispopulaties. Voor vrijwel alle trekvissoorten in Nederland geldt dat de populatiegrootte de laatste decennia sterk is afgenomen en voor een aantal soorten (zoals de paling) dreigt de populatiegrootte zelfs onder het minimum te komen dat nodig is om zich als soort te kunnen handhaven.

Alle waterbeheerders in Europa hebben de opdracht om uiterlijk in 2027 te voldoen aan de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water. Deze doelstellingen omvatten ook eisen aan de visgemeenschap. Het streven is te komen tot een evenwichtige en bestendige visstand. Twee andere belangrijke wettelijke regelingen vormen de Europese Aalverordening (2007) en de Benelux-beschikking vismigratie (2009) voor de bescherming en het herstel van trekvispopulaties. In Nederland wordt daarom gewerkt aan herstel van zout-zoet verbindingen en worden landinwaarts ook herstelmaatregelen getroffen om waterlichamen met elkaar te verbinden en zo vismigratie mogelijk te maken (Kroes et al. 2018). Belangrijke voorbeelden voor Nederland zijn bijvoorbeeld: 'de Kier' bij het Haringvliet<sup>1</sup>, de realisatie van de Vismigratierivier bij Kornwerderzand<sup>2</sup>, de Swimway Vecht<sup>3</sup> en de vele andere (lokale) initiatieven om de keten van migratie voor vis mogelijk te maken tussen wateren of te verbeteren, waaronder de Ecologische Verbindingszone Noordzeekanaal en Ommelanden (EVZ NZK eo)<sup>4</sup>.

Het herstel van verbindingen tussen wateren is van groot belang voor trekvissoorten, maar men moet ook denken aan het herstel van paaigronden, foerageer- en opgroeigebieden, het selectief gebruik maken van een estuarium, etc. Uiteindelijk is er meer nodig dan alleen 'vrije vismigratie' om te komen tot een gezonde en bestendige visstand.

## 1.2 Vismigratie Noordzeekanaal en ommelanden

Het samenwerkingsverband EVZ NZK eo, bestaat uit meerdere waterbeheerders en partners, die sinds 2012 de handen ineen hebben geslagen voor het herstel van vismigratie in de diverse beheergebieden. Het probleem van versnippering is door de betrokken partijen van het samenwerkingsverband onderkend en in het gezamenlijke areaal zijn de afgelopen jaren diverse maatregelen genomen om vismigratieknelpunten te mitigeren of teniet te doen. Samenwerking is noodzakelijk om tot een succesvol resultaat te kunnen komen. Vismigratieroutes doorkruisen vaak meerdere beheergebieden, waardoor maatregelen in het ene gebied directe gevolgen kunnen hebben voor het andere gebied.

Het sluizencomplex bij IJmuiden is een belangrijk in- en uittrekpunt van het Noordzeekanaal voor diadrome trekvis zoals bijvoorbeeld de (glas)aal en driedoornige stekelbaars. Maar ook wordt er zalm, zeeforel en rivierprik aangetroffen<sup>5</sup>, soms zelfs in de boezem van bijvoorbeeld Rijnland (Foto 1)<sup>6</sup>.

---

<sup>1</sup> <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/projectenoverzicht/haringvliet-haringvlietssluisen-op-een-kier/index.aspx>

<sup>2</sup> <https://deafsluitdijk.nl/projecten/vismigratierivier/>

<sup>3</sup> <https://www.sportvisserijnederland.nl/actueel/nieuws/20679/swimway-vecht-vismigratie-onderzocht.html>

<sup>4</sup> Partners: provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel, Gooi en Vecht, Sportvisserij Midwest Nederland, Port of Amsterdam, gemeente Amsterdam en Rijkswaterstaat West-Nederland Noord

<sup>5</sup> <https://wmropendata.wur.nl/site/zoetwatervis/49/waterlichaam/>

<sup>6</sup> <https://www.rijnland.net/actueel/nieuws/nieuws-2017/zalm-gevangen-bij-gemaal-halfweg>

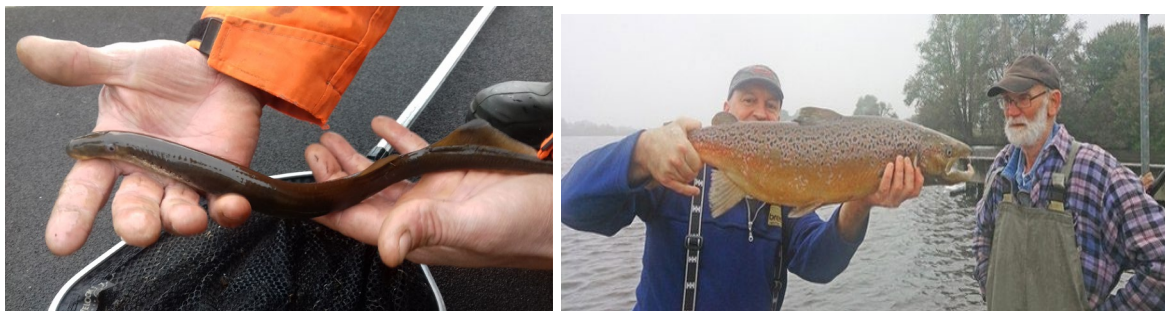
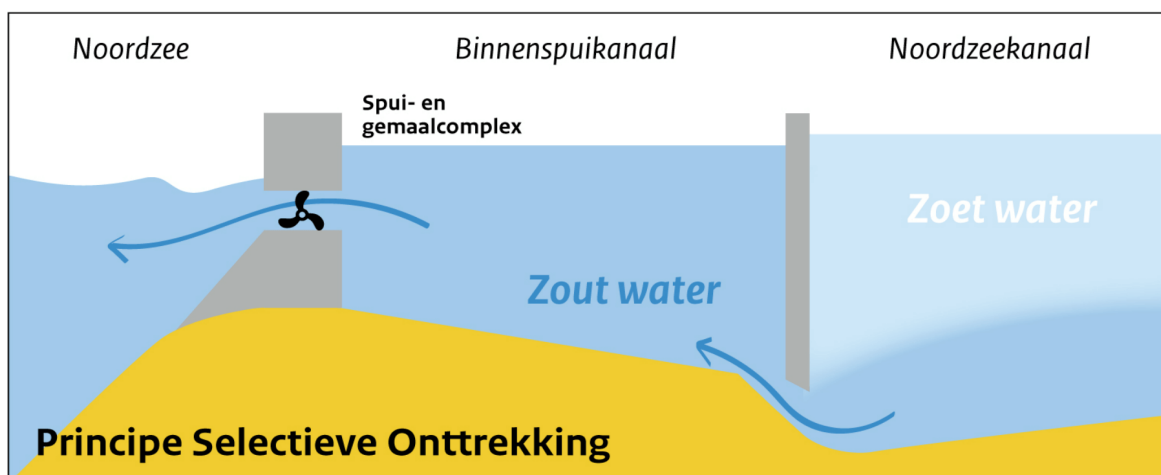


Foto 1a, 1b. Links een rivierprik gevangen in de monitoring uitgevoerd door Piet Ruijter in het voorjaar van 2019. Rechts een zalm gevangen in een monitoringfuis in de boezem nabij Halfweg in het najaar van 2017.

Een belangrijke motivatie voor het gezamenlijke trekvisonderzoek is het vaststellen van de effectiviteit van gerealiseerde vispassages. Daarnaast dienen de onderzoeken tevens als nul-opname voor de realisatie van de nieuwe zeesluis in IJmuiden (opening wordt verwacht in 2022) die wordt gecombineerd met een maatregel voor het selectief onttrekken van zout water uit het Noordzeekanaal tijdens spuien en malen. Deze 'selectieve onttrekking' is gericht op mitigatie van de extra instroom van zout water als gevolg van het in bedrijfstellen van de nieuwe zeesluis (Figuur 1-1).



**Figuur 1-1** Het principe van selectieve onttrekking bij het sluiscomplex te IJmuiden. In het Binnenspuikanaal komt een wand, met aan de onderzijde een opening. Hierdoor wordt tijdens spuien en malen selectief water onttrokken uit de zoute onderlaag van het Noordzeekanaal. (bron: Rijkswaterstaat)

Het trekvisonderzoek is uitgevoerd in de periode 2016-2018.<sup>7</sup>, met als primaire doelsoort de Europese aal (*Anguilla anguilla*). De aal trekt in het voorjaar als glasaal het binnenwater op om er op te groeien. Na 5 tot 20 jaar te hebben geleefd als rode aal verlaat de vis als schieraal het binnenwater naar de paaigronden in de Sargassoze. De jonge aaltjes doen er 2-3 jaar over om met de oceaanstromingen de Europese kust te bereiken. Sinds eind jaren zeventig van de vorige eeuw is de soort internationaal sterk achteruit gegaan en staat nu op de rode lijst van het IUCN als 'critically endangered' op basis van de sterk neerwaartse trend in populatie-omvang. Naast de aal is ook een tweede voor de NZK regio kenmerkende doelsoort gekozen: de driedoornige stekelbaars (*Gasterosteus aculeatus*). Deze soort trekt in het voorjaar het binnenwater op om te paaien en groeit op in zee.

Binnen het samenwerkingsverband wordt in 2019-2020 ook een onderzoek uitgevoerd aan diverse standvissoorten, zoals brasem, baars, blankvoorn en snoekbaars. Onderzocht wordt in hoeverre uitwisseling tussen het Noordzeekanaal en de omliggende boezemwateren voor deze soorten van belang is en of standvis ook gebruik maakt van de vispassages. Dit onderzoek is nog niet afgerond en maakt geen deel uit van deze evaluatiestudie.

<sup>7</sup> Van KRW Rijn-West is nog een financiële bijdrage ontvangen voor deze onderzoeken, vanwege het belang van de ervaringen en resultaten voor de onderzoeksopzet monitoring Rijk-regio vismigratie Nieuwe Waterweg. Maar ook bijvoorbeeld voor de redeneerlijn vismigratie Rijn-West t.b.v. SGBP3 en bijbehorende Strategische Adviesnota.

---

### *Doelstelling rapportage*

Deze rapportage integreert en evalueert verschillende onderzoeken die zijn uitgevoerd in de jaren 2016-2018 naar de migratie van de trekvis en de driedoornige stekelbaars, met de nadruk op de eerste soort. In de rapportage worden de diverse deelgebieden met kengetallen, migratieknooppunten en aanbevelingen besproken, waarbij ook andere relevante kennis wordt betrokken. Het doel van de evaluatie is het samenbrengen van de verworven kennis, te komen tot concrete aanbevelingen voor beheer en het identificeren van kennisleemtes.

## 1.3 Leeswijzer rapportage

In **hoofdstuk 2** van deze rapportage wordt een overzicht gegeven van de trekvis-onderzoeken die zijn uitgevoerd door WMR binnen fase 1 van de EVZ NZK en vismigratie monitoring gedurende 2016-2018 en van de expert-meeting die in juni 2019 heeft plaatsgevonden. De resultaten en conclusies van deze reeds verschenen rapportages vormen het startpunt van verdere analyses en evaluatie van het trekvis-onderzoek tijdens fase 1 in deze rapportage.

Omdat paling een belangrijke doelsoort is voor het trekvisonderzoek in de Noordzeekanaal-regio, is in **hoofdstuk 3** een beschouwing van beschikbare relevante kennis en ontwikkelingen voor deze soort weergegeven. Deze is verder aangevuld met resultaten en analyses van biologische aspecten zoals die uit het veldwerk in de Noordzeekanaal-regio van met name glasaal naar voren kwamen en nog niet beschikbaar waren in bovenstaande rapportages.

In **hoofdstuk 4** wordt een evaluatie van de trekvismigratie mogelijkheden en –knelpunten en daaruit volgende beheeradviezen voor waterbeheerders weergegeven. Hierbij worden eerst generiek geldende bevindingen en algemene beheeradviezen gepresenteerd. In het tweede deel van dit hoofdstuk wordt een verdere uitwerking in locatie-specifieke bevindingen en beheeradviezen gegeven voor elk van de afzonderlijke deelgebieden en migratieknooppunten die zijn onderzocht gedurende 2016-2018.

In **hoofdstuk 5** worden de resultaten van het intrek en uittrek onderzoek geïntegreerd op grootschaliger watersysteem-niveau van boezemsystemen tot de gehele Noordzeekanaal-regio ('stroomgebied' of 'achterland'). In deze integrale opwerking zijn naast de behaalde resultaten ook verschillende aannames gebruikt, waarmee de opwerkingen variëren van goed door resultaten onderbouwd tot meer exploratieve eerste indicatieve analyses. Voor paling is verreweg de meeste informatie en kennis voorhanden. Voor driedoornige stekelbaars is deze integrale uitwerking veel beperkter.

In **hoofdstuk 6** worden kennishiaten geïdentificeerd, aanbevelingen gedaan voor het vervolg van de monitoring van vismigratie in de Noordzeekanaal-regio en de belangrijkste beheeradviezen voor de deelgebieden binnen de Noordzeekanaal-regio op een rij een gezet.

---

## 2 Overzicht van afgeronde trekvisonderzoeken EVZ NZK eo fase 1

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de onderzoeken die zijn uitgevoerd door WMR binnen fase 1 van de EVZ NZK eo vismigratie monitoring. Per onderzoek is een beknopte samenvatting van de volgende voorstudies en uitgebreide samenvattingen van de twee hoofdonderzoeken ('intrek glasaal en driedoornige stekelbaars' en 'schieraal uittrek') gegeven:

- *2016-2017 Schieraal uittrek Noordzeekanaal 2016*
- *2016-2017 Evaluatie Vismigratievoorziening Kleine Sluis IJmuiden voor schieraal*
- *2017 Glasaal bij het sluiscomplex van IJmuiden*
- *2017 Pilot studie akoestische telemetrie nabij sluiscomplex IJmuiden*
- *2017-2018 Migratiepatronen en -knelpunten tijdens uittrek van schieraal uit Noordzeekanaal en ommelanden, inclusief Markermeer*
- *2018 Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018*

Verder is er op 6 juni 2019 een expert meeting over de resultaten van de trekvisonderzoeken geweest.

## 2.1 Schieraal uittrek Noordzeekanaal 2016

*Korte samenvatting van A.B. Griffioen en H.V. Winter, Wageningen Marine Research rapport C050/17A (Griffioen & Winter 2017).*

Het doel van het onderzoek was om een schatting te maken van de uittrekkende schieraalpopulatie uit het Noordzeekanaal. Daarnaast leveren de gegevens inzicht in het zoekgedrag en de verspreiding van schieraal bij nadering van het sluiscomplex te IJmuiden. In de periode 2 september – 15 december 2016 zijn in alle fuiklocaties tezamen in totaal 4.171 schieralen gevangen. Er zijn in totaal 1.998 schieralen gemerkt met een PIT-tag, waarvan er 76 zijn teruggevangen en hiervan weer 2 schieralen voor een tweede keer zijn teruggevangen.

Er is geen duidelijk patroon gevonden tussen de eerste vangstlocatie en de terugvanglocatie waardoor het aannemelijk is dat er een goede menging van gemerkte met de ongemerkte schieraal in het systeem is. Er is ook geen intensief zoekgedrag (slechts 2 gemerkte alen die opnieuw zijn teruggevangen) of gemiddeld langdurig verblijf aan de binnenzijde van het sluisencomplex waargenomen.

Op basis van deze merk-terugvangst data is met behulp van de Lincoln-Petersen methode geschat dat er gedurende 2 september – 15 december 2016  $110.000 \pm 12.000$  schieralen via het sluisencomplex bij IJmuiden vanuit het Noordzeekanaal naar zee zijn getrokken. Naar aanleiding van het telemetrie schieraalonderzoek verricht in 2017-2018 heeft een herberekening plaatsgevonden van de populatie-omvang in 2016. Deze is vervolgens bijgesteld naar  $101.000 \pm 11.000$  (Winter et al., 2019). Dit aantal is vergelijkbaar met schattingen van 60.000-100.000 uitgetrokken schieralen in eerdere onderzoeken in 2007 en 2008. De uittrek van schieraal via het Noordzeekanaal bij IJmuiden maakt daarmee ca. 10 % uit van het landelijke bestand aan schieraal dat succesvol naar zee trekt.



Foto 2. Het legen van fuiken op het Noordzeekanaal nabij de Zuiderluis te IJmuiden. Met deze fuiken werd aal gevangen en vervolgens gemerkt met een PIT tag.



## 2.2 Evaluatie Vismigratievoorziening Kleine Sluis IJmuiden voor schieraal (2016-2017)

*Korte samenvatting van A.B. Griffioen, D. Burggraaf, O.A. van Keeken en H.V. Winter, Wageningen Marine Research rapport C014/19 (Griffioen et al. 2019)*

De studie betrof de evaluatie van de vismigratievoorziening bij de Kleine Sluis te IJmuiden. De kennisvraag van deze studie is als volgt geformuleerd: *Wat is de passage-efficiëntie van de vismigratievoorziening in de Kleine Sluis te IJmuiden voor schieraal?* De passage-efficiëntie is hierbij gedefinieerd als de verhouding tussen het aantal schieraal dat succesvol de vismigratievoorziening passeert en de omvang van het aanbod ter plaatse.

Om de vismigratie voorziening te evalueren zijn visdetectiesystemen (PIT-tag lussen) rondom de rinketten (zie foto 3) geplaatst en zijn landinwaarts, ca. 2km van het sluiscomplex, in totaal 1925 schieralen uitgezet die waren voorzien van 32mm PIT-tags. Tevens is er, voor een ander onderdeel binnen de overkoepelende studie, een akoestisch telemetrie netwerk (VEMCO VR2W receivers) geplaatst rondom het sluiscomplex en het Noordzeekanaal en zijn 50 schieralen met een zender (VEMCO V9P) en een 32mm PIT-tag uitgerust op het Noordzeekanaal en een aanvullende 255 schieralen elders in wateren aansluitend op het Noordzeekanaal (V9 en 32mm PIT-tag).

De resultaten van deze studie laten zien dat het gebruik van de vismigratievoorziening bij de Kleine Sluis te IJmuiden, door uittrekkende schieralen beperkt is. Het overgrote deel van de schieralen trekt via de Noordersluis, het spui/gemaal of de Middensluis naar zee (ruim 94%). De conclusie van deze studie is dat schieraal beperkt wordt aangetrokken naar de locatie van de vismigratievoorziening (ca. 6%) en dat van de schieralen die zich aandienen 4-19% geheel of gedeeltelijk (nl. in via een rinket en uit tijdens een schutting, of andersom) gebruik maakt van de voorziening.



Foto 3. De sluisdeuren van de Kleine sluis te IJmuiden. Rondom de rinketten (nivelleringschuiven) zijn detectielussen geplaatst om de vismigratievoorziening te evalueren. In rood zijn de detectielussen van 1 deur weergegeven. In totaal zijn 8 lussen geplaatst op alle deuren.

## 2.3 Glasaal bij het sluiscomplex van IJmuiden (2017)

*Korte samenvatting van A.B. Griffioen en H.V. Winter, Wageningen Marine Research rapport C001/18 (Griffioen & Winter 2018)*

Dit project betrof een pilotstudie ter voorbereiding van het in 2018 verrichtte onderzoek naar het gedrag, voorkomen en passage van glasaal in het Noordzeekanaal (Griffioen et al., 2019). Uit de studie blijkt dat de lokale dichtheid van glasaal aan de buitenzijde van het sluiscomplex te IJmuiden laag is. Alleen met gerichte vangacties nabij het gemaal en de spuisluizen werd verwacht voldoende glasalen te vangen voor een toekomstig merk-terugvangst experiment, mits de timing van de inzet van de netten goed is afgesteld op de aankomst van de glasalen. In een toekomstig project heeft de merk methode middels VIE-tags de voorkeur boven Bismarck Brown (een merk-kleurstof) omdat met VIE-tags meerdere (kleine) groepen met een verschillende kleurmerk kunnen worden ingezet. Op basis van een merk-terugvangst experiment, met 2.600 glasalen gekleurd met Bismarck Brown, aan de buitenzijde van het sluiscomplex te IJmuiden (o.a. met glasaaldetectoren zie foto 4) en terugvangsten achter de vispassage bij boezemgemaal Halfweg is ingeschat dat er in het voorjaar van 2017 enkele miljoenen glasalen (6-9 miljoen) zich hebben aangediend. Terugvangsten zijn bij Halfweg gedaan vanaf 13 dagen na het uitzetten in de Buitenhaven van IJmuiden, wat neerkomt op een zwemsnelheid van 0,016m/s (1,35 km/dag), inclusief de passage van de zeesluizen. De laatste terugvangst, van in totaal 32 terugvangsten, werd gedaan na 28 dagen.



*Foto 4. Een glasaaldetector (Visserij Service Nederland en Bureau Waardenburg) geplaatst aan de zeezijde van de Zuidersluis te IJmuiden. Hiermee wordt glasaal over een periode van enige dagen verzameld.*



## 2.4 Pilot studie akoestische telemetrie nabij sluiscomplex IJmuiden (2017)

*Korte samenvatting van A.B. Griffioen, O.A. van Keeken en H.V. Winter, Wageningen Marine Research rapport C060/17 (Griffioen et al. 2017)*

Het doel van deze studie was het testen van de bruikbaarheid van akoestische telemetrie (VEMCO) op het Noordzeekanaal en aanbevelingen te geven voor factoren die een optimale opzet van een detectienetwerk garanderen ter voorbereiding op het grootschalige schieraal uittrek onderzoek wat is uitgevoerd in het najaar van 2017.

De uitgevoerde studie betreft onderzoek naar de reikwijdte van de signalen en de verstoring door omgevingsfactoren op het signaal. Uit de pilotstudie blijkt dat de VEMCO techniek bruikbaar is met een verwaarloosbare misdetectiekans voor een studie naar de uittrek van schieraal. Het bereik van de V9 VEMCO zenders op het kanaal is dermate groot, lopend tot in de 100-en meters, dat er voldoende kans is op detectie van passerende schieralen. De kans op misdetectie door invloeden van met name scheepvaart is gering.



*Foto 5. Een receiver met een 'VEMCO' transmitter geplaatst op het Noordzeekanaal. Op de achtergrond Tata Steel bij de sluizen van IJmuiden.*



---

## 2.5 Migratiepatronen en –knelpunten tijdens uittrek van schieraal uit Noordzeekanaal en ommelanden, inclusief Markermeer (2017-2018)

Uitgebreide samenvatting van H.V. Winter, O.A. van Keeken, J. Brockötter en A.B. Griffioen, Wageningen Marine Research rapport C053/19 (Winter et al. 2019)

### *Doelstellingen*

In de Noordzeekanaalregio zijn maatregelen genomen om vismigratie te verbeteren. Doelstellingen van het onderzoek zijn om voor de uittrek van schieraal:

- 1) genomen maatregelen te evalueren;
- 2) vast te stellen wat de huidige situatie bij het sluizencomplex IJmuiden is (0-meting);
- 3) kennisontwikkeling om te kunnen anticiperen op wijzingen in de infrastructuur en beheer van het sluizencomplex IJmuiden (bouw Nieuwe Zeesluis en selectieve zoutonttrekking Binnenspuikanaal);
- 4) Inzicht in uittrek van schieraal vanuit Noordzeekanaal en omliggende regionale watersystemen en eventuele knelpunten hierbij.

### *Kennisvragen*

Binnen het onderzoek naar het uittrekgedrag van schieralen in de Noordzeekanaalregio (incl. Markermeer) worden de volgende onderzoeksvragen onderzocht:

- 1) Wat is de timing, verspreiding en uittrekroute van schieralen vanuit deze regio?
- 2) Wat is het passage- en uittreksucces van schieralen vanuit verschillende uittrek knooppunten?
- 3) Welke potentiële beheermaatregelen en optimaliseringen kunnen worden geïdentificeerd?
- 4) Wat zijn potentiële gevolgen van wijzigingen in infrastructuur en waterbeheer bij het sluizencomplex IJmuiden en hoe kan hier vanuit gedrag van schieraal op geanticipeerd worden?
- 5) Wat is de populatieomvang van uittrekkende schieralen bij het sluizencomplex te IJmuiden?

### *Akoestische telemetrie (opzet en methode)*

Om schieralen te kunnen volgen tijdens hun uittrek vanuit het achterland van de Noordzeekanaalregio en Markermeer is gekozen voor het inzetten van akoestische telemetrie (VEMCO). Er is in het najaar van 2017 een netwerk van 64 akoestische ontvangers geïnstalleerd, waarbij alle belangrijke knooppunten op migratieroutes zodanig zijn afgedekt dat zowel de timing van aankomst bij een knooppunt, als succesvolle passage van een knooppunt en de gevolgde route gedetecteerd werd. Het netwerk omhelst het zuidelijke deel van het boezem/beheergebied Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en provincie Noord-Holland (gemaal Overtoom en de naastgelegen Overtoomsluis, Zaangemaal en Wilhelminasluis, gemaal Kadoelen, gemaal De Poel (Monnickendam) en Willem I-sluizen), het noordelijke en zuidwestelijke deel van boezem/beheergebied van Hoogheemraadschap van Rijnland (gemalen Spaarndam, Halfweg en Katwijk), het meer open watersysteem van Waterschap Amstel, Gooi en Vecht met extra focus op de Vinkeveense plassen en de Kortenhoefse plassen en de rijkswateren Noordzeekanaal (sluizencomplex IJmuiden en Oranjesluizen), het Amsterdam-Rijnkanaal en het Markermeer. In sept-okt (dec voor Markermeer) zijn in totaal 330 schieralen (uitsluitend vrouwtjes van 54-113cm), verdeeld over 13 uitzetgroepen, voorzien van een akoestische zender (VEMCO V9). Een groep van 50 schieralen die bij IJmuiden zijn gevangen en uitgezet zijn voorzien van V9 zenders met een dieptesensor. Alle 64 ontvangers zijn in het voorjaar van 2018 opgehaald en uitgelezen. Daarnaast zijn er detecties verkregen uit andere netwerken van ontvangers bij de Belgische kust (VLIZ) en rondom het Markermeer (door Sportvisserij NL vanaf voorjaar 2018).

### *PIT-tag telemetrie (opzet en methode)*

Om de passage efficiëntie bij een aantal vispassages te kunnen bepalen, is er PIT-technologie ingezet. Dit is gedaan bij de vispassage bij gemaal Kadoelen, in de kleine kolk van de Willem I-sluizen en de Kleine Sluis bij IJmuiden. Op de twee laatste locaties zijn de rinketschuiven geautomatiseerd ten behoeve van vismigratie. Hierbij zijn de rinketten en vispassages afgedekt met PIT-antennes. Alle 330 schieralen die met een Vemco zender zijn uitgerust zijn ook voorzien van een PIT tag en daarnaast zijn er nog drie uitzetgroepen schieralen voorzien van enkel een PIT-tag; 112 bij Kadoelen, 107 bij Willem I-sluizen, 1.925 schieralen bij sluizencomplex IJmuiden. Deze laatste groep is ook gebruikt om met een merk-terugvangst experiment tijdens de fuikenmonitoring bij IJmuiden een populatieschatting te kunnen maken van de uittrek aan schieraal bij IJmuiden.

---

### *Timing en verspreiding van uittrekkende schieraal vanuit de Noordzeekanaalregio*

De meeste gezenderde schieralen zijn in november richting zee getrokken. Een kleiner deel van de schieralen is in oktober en december 2017 naar zee getrokken en enkele pas in januari 2018 of tot ver in het voorjaar van 2018. De groep in het Markermeer is pas in december 2017 voorzien van een zender en derhalve is de timing van uittrek ook later geweest.

### *Uittrekroutes van schieralen naar zee vanuit het achterland van de Noordzeekanaalregio*

De overgrote meerderheid van de uittrekkende schieralen is via het Noordzeekanaal en het sluisencomplex bij IJmuiden naar zee getrokken (125 schieralen). Daarnaast zijn er 4 schieralen via de Vecht en Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) naar het zuiden getrokken waarna ze niet verder gevolgd konden worden. Vanuit de Schermerboezem (HHNK) zijn minimaal 5 schieralen verder noordelijk de boezem ingezwommen en zijn er 3 richting Markermeer getrokken. Vanuit Waterlandsboezem (HHNK) is 1 aal via gemaal De Poel naar het Markermeer gezwommen en via de Oranjesluizen uiteindelijk ook bij IJmuiden naar zee gegaan. Er was uitwisseling van schieralen (zoekgedrag op middelgrote schaal) tussen nabijgelegen uittrekpunten in hetzelfde water- of boezemsysteem (Kadoelen en Willem I-sluiz; Spaarndam en Halfweg; Polder Westzaan en De Zaan). Er waren enkele schieralen die naar verder gelegen uittrekpunten migreerden; van de Zaan naar Schardam (2) en in de Waterlandse boezem naar gemaal De Poel (1); maar niet van Spaarndam en Halfweg naar Katwijk of andersom. Vanaf de Vinkeveense en Kortenhoefse Plassen was de belangrijkste uittrekroute via het Amsterdam-Rijnkanaal naar het noorden richting Noordzeekanaal. Hierbij ging vanaf de Kortenhoefse Plassen het grootste deel via de Vecht en het Amsterdam-Rijnkanaal direct naar het noorden. Andere routes via de Amstel en Amsterdamse grachten zijn vrijwel niet genomen.

### *Passage-succes van schieraal vanuit het achterland in de Noordzeekanaal-regio tot aan zee*

Van de 330 gezenderde schieralen hebben tenminste 144 (43,6%) de zee gehaald (via IJmuiden of Katwijk (19 ex.). Wellicht zelfs 156 (47,3%) als ook de schieralen die via de Houtribdijk (3), ARK Zuid (4) en HHNK Schermerboezem noord (5) het studiegebied zijn uitgetrokken en daarna wellicht via ongedekte routes de zee uiteindelijk hebben gehaald. Een deel van de schieralen is nooit gedetecteerd en tijdens de studieperiode in het onderzoeksgebied gebleven met onbekend lot. Gebieden waar relatief veel schieralen na uitzetten niet meer gedetecteerd zijn (ruim 50%) waren Kortenhoef-binnen en het Markermeer. Bij Overtoom was dit ruim 20%. Bij de andere locaties was dit 0 tot 4 %. Als we het aantal schieralen dat minimaal op één detectiestation is gedetecteerd (296), als basis nemen voor het aantal schieralen dat gestart is met de uittrek, dan is 48,6% tot wellicht 52,7% succesvol naar zee uitgetrokken. Van de uitzetgroep Noordzeekanaal is 95,9% naar zee getrokken (47 van de 49 alen die zijn gedetecteerd) en van de overige groepen gezamenlijk minimaal 39,3% (97 van de 247 gedetecteerde alen). Voor de groepen, uitgezet in de boezems aan weerszijden van het Noordzeekanaal is het uittrekpercentage 36,2% (77 van de 213 gedetecteerde alen) en voor Katwijk 76,0% (19 van de 25 gedetecteerde alen).

### *Passagesucces van schieraal bij de onderzochte uittrekpunten in de Noordzeekanaal-regio*

Het passagesucces varieerde sterk tussen de onderzochte uittrekpunten van 0% bij Vinkenveen (gemaal De Ruiter en schutsluis) tot 98% bij sluisencomplex IJmuiden. Kadoelen gemaal, Willem I-sluizen, Spaarndam en Oranjesluizen hadden minder dan 30% passage-succes. Er is niet één aal door de vispassage Kadoelen uitgetrokken, hoewel daar in het verleden wel uittrek is waargenomen (2014, ATKB). Bij Oranjesluizen (NZK zijde) is het de vraag of alle schieralen die op die locatie zijn gedetecteerd ook daadwerkelijk hebben geprobeerd deze te passeren richting Markermeer, of dat deze passanten waren van Amsterdam-Rijnkanaal naar Noordzeekanaal. De uittrekpunten die een passage hadden van meer dan 75% waren gemaal Kortenhoef, Zaangemaal en sluis, gemaal Halfweg, Oranjesluizen vanuit het Markermeer, sluisencomplex IJmuiden en gemaal Katwijk. Dit succes staat los van de tijdsduur die ermee gemoeid was!

### *Dag-/nacht activiteit van passerende schieraal bij uittrekpunten*

Er is een duidelijk dag-nacht patroon te zien in de passage van schieraal bij alle uittrekpunten. Gedurende het eerste gedeelte van de nacht na zonsondergang (ca 20:00-24:00) vindt verreweg de meeste passage plaats. Het tweede deel van de nacht is dit beduidend minder, en gedurende de dag (tussen zonsopkomst en zonsondergang) is dit het minst.

---

### *Zoekgedrag van schieraal bij uittrekpunten*

Het zoekgedrag verschilt sterk tussen de diverse uittrekpunten, met name in de duur van het zoekgedrag die voor schieralen die succesvol passeren kan variëren van minder dan een uur tot maanden (max. 153 dagen voor een schieraal bij gemaal en sluis Overtoom). De verblijftijd voor succesvolle passanten was het kleinst bij sluizencomplex IJmuiden, Katwijk en het Zaangemaal en sluis, en het hoogst bij gemaal Kortenhoef en sluis en Willem I-sluizen. Ruimtelijk was er zowel veel zoekgedrag op complex niveau per uittrekpunt, en tussen nabijgelegen uittrekpunten in hetzelfde uitwateringsgebied (Spaarndam en Halfweg; Kadoelen en Willem I). Twee gezenderde schieralen verlieten de polder Westzaan en doken op in de Zaan. Op grotere schaal was er tussen verder afgelegen uittrekpunten soms grootschalig zoekgedrag (Waterlandsboezem naar De Poel (1); Schermerboezem naar Schardam (2) en wellicht naar het noordelijk deel van de boezem (5), maar is deze niet waargenomen in Rijnlands boezem tussen Spaarndam/Halfweg en Katwijk. Ook in open trajecten van watersystemen Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal, Vecht en Markermeer werden grootschalige 'heen en weer' zwembewegingen en onlogische routes waargenomen. In hoeverre dit zoekgedrag is of verminderde motivatie, of iets anders, is niet vast te stellen.

### *Migratiesnelheden van schieralen tussen knooppunten*

De migratiesnelheden tussen laatste detectie voorbij het kunstwerk en detectie in IJmuiden waren het laagst voor Kortenhoef, Vinkeveen, Kadoelen en Zaangemaal met snelheden < 0,02 m/s. Hogere snelheden werden gevonden voor Halfweg (ca. 0,05 m/s), Spaarndam en Overtoom (ca. 0,1 m/s) en was het hoogste voor Oranjesluizen (ca. 0,2 m/s). Deze migratiesnelheden lagen veel lager dan die op zee werden waargenomen (op basis van de laatste detectie bij IJmuiden/Katwijk en detecties in het netwerk bij de Belgische kust). Op zee zwommen de meeste schieralen met snelheden boven de 0,25 m/s, tot 0,67 m/s voor een schieraal die vanuit Katwijk vertrok.

### *Indicaties voor directe sterfte door gemalen of visserij*

Voor 3 schieralen is zeker dat deze via visserij zijn onttrokken, en voor 3 schieralen die na passage gedurende langere tijd direct achter het gemaal (Zaangemaal: 2 en Gemaal Kortenhoef: 1) zijn gedetecteerd is het ook zeer waarschijnlijk dat deze zijn doodgegaan. Daarnaast zijn er relatief hoge verdwijnerpercentages na passage van met name gemaal Kortenhoef en gemaal IJmuiden, maar de aantallen waarop dit gebaseerd is zijn relatief klein. Na passage van gemaal Kortenhoef zijn 2 van de 5 schieralen naar zee getrokken en 2 nog ruim 2 maanden later verderop in het ARK en NZK gedetecteerd, 1 is na passage niet weer gedetecteerd. De geringe uittrek vanuit het Markermeer waar uitzet na 1 december plaatsvond toen er weer gevestigd mocht worden, en gezien het grote aantallen fuiken dat werd waargenomen bij het uitzetten van de schieralen langs de westzijde van het Markermeer, lijken te wijzen op een relatief hoge visserijsterfte in het Markermeer na 1 december.

### *Identificeren van potentiële beheermaatregelen en evalueren van huidige beheer*

Er zijn verschillende typen knelpunten gevonden in de Noordzeekanaalregio. Bij een aantal uittrekpunten is met name een 'blokkerend' effect geconstateerd. Dat wil zeggen dat de schieralen die bij een kunstwerk of complex aan kunstwerken aankomen een laag passagesucces hebben en vaak een hoge verblijftijd en veel zoekgedrag vertonen: in de Vinkeveense plassen bij gemaal De Ruiters en Demmerikse Sluis; bij de Willem I-sluizen en bij gemaal Kadoelen; en in mindere mate bij gemaal Halfweg en Spaarndam sluizen en gemaal. Daarnaast zijn er indicaties voor relatief meer sterfte na passage van gemaal IJmuiden (waarbij het merendeel niet via het gemaal maar via de ze sluizen uittrekt). Het passagesucces van de sluizen bij IJmuiden (en wellicht de Oranjesluizen vanuit het Markermeer) is hoger dan bij de sluizen in het achterland, waarbij met name de sluizen bij Kortenhoef, Vinkeveen, Willem I en Spaarndam een laag passagesucces laten zien. Het sluisje bij Overtoom (met migratieregeling) en de Wilhelminasluis in de Zaan (relatief groot en veel gebruikt) hebben een beter passagesucces dan de andere sluizen, maar niet zo goed als IJmuiden (24/7 in gebruik, groot volume en volledige kolkuitwisseling). Onttrekking door visserij na 1 december is ook een knelpunt, dat met name in het Markermeer relatief sterk leek. Op het NZK is geen commerciële visserij op aal. In hoeverre verdwijningen zijn toe te schrijven aan scheepvaart (schroef-sterfte), illegale visserij (stroperij) of natuurlijke oorzaken als ziekte en predatie (bijvoorbeeld door aalscholvers) is niet vast te stellen.

---

### *Mogelijke beheermaatregelen bij knooppunten en prioritering*

Het sterke dag-nacht patroon in passage bij kunstwerken, waarbij het grootste deel van de passages in de eerste helft van de nacht plaatsvindt geeft de mogelijkheid om gevaarlijke routes, zoals gemalen, zo weinig mogelijk in te zetten tijdens deze tijdstippen en alternatieve routes, zoals sluizen en vispassagevoorzieningen zo attractief mogelijk te maken tijdens dit deel van de dag. De vispassage Kadoelen, en het sluisje Overtoom kennen zo'n regeling. De kleine kolk Willem I ook, maar deze had veel storingen. Het passagesucces van sluizen in het achterland was relatief gering en de vismigratievoorzieningen, vispassage bij Kadoelen, visvriendelijk sluisbeheer bij Willem I-sluis en in de Kleine Sluis bij IJmuiden voegen momenteel weinig toe aan de uittrekmogelijkheden ter plaatse. Voor IJmuiden is hier voor schieraal ook geen noodzaak toe, het sluizencomplex in totaliteit kent een hoog passagesucces. Bij Kadoelen en Willem I is wel veel winst te behalen als de vismigratievoorzieningen attractiever worden (al is dit in stroomafwaartse richting vaak lastiger dan in stroomopwaartse richting). Mogelijk speelt bij de passeerbaarheid van (vijzel)gemaal Kadoelen ook nog dat bij het pompen relatief veel geluid geproduceerd wordt waardoor schieralen afgeschrikt worden. De sluizen bij Vinkeveen en Kortenhoef zijn momenteel weinig attractief voor daar aanwezige schieraal en vormen derhalve momenteel geen alternatieve route voor de gemalen bij Kortenhoef en De Ruiter. Hierbij dient opgemerkt dat schieralen gemaal Kortenhoef, dat een relatief visveilig vijzelgemaal is, ook zonder alternatieve route met geringe schade percentage passeren, terwijl gemaal de Ruiter zowel een sterk blokkerend effect heeft als een veel minder visveilig gemaal is. Bij de Ruiter is een alternatieve route derhalve van groter belang. Loze schuttingen gedurende het eerste deel van de nacht, bijvoorbeeld nadat de gemalen overdag hebben uitgemalen om grootschalige attractie naar het gemaalcomplex te genereren zou kunnen worden onderzocht op haalbaarheid. Voor de Wilhelminasluis is dit reeds gepland. Dit zou ook bij Spaarndam gedaan kunnen worden en wellicht ook bij Willem I. Bij de schadelijke gemalen IJmuiden en De Ruiter is vervanging van de huidige pompen door visveilige pompen de beste oplossing. Daarnaast kan er gedacht worden aan viswerende/geleidende maatregelen bij gemalen waar goede alternatieve routes beschikbaar zijn, zoals in IJmuiden en wellicht ook het Zaangemaal. Zo kan een geringe kanaalwaartse inlaat van zeewater bij de spuisluizen in IJmuiden wellicht zorgen voor een extra aantrekkende werking (instromende zout gradiënt) en zo het aantal en de verblijfsduur van schieraal bij de ingang van het gemaal wellicht verminderen en daarmee de kans dat deze niet via het gemaal maar via de spuisluis naar buiten gaan vergroten.

### *Anticiperen op wijzigingen in infrastructuur en waterbeheer bij het sluizencomplex IJmuiden*

De in de toekomst voorziene gedeeltelijke afdekking van het bovenste deel van de waterkolom in het toevoerkanal naar de spuisluis en gemaal bij IJmuiden lijkt gezien het gedrag van de schieralen die de gehele waterkolom benutten en veel op en neer zwemmen geen belemmering voor de uittrek te gaan spelen. Mogelijk risico van de zoutwering is dat het zoekgedrag van schieraal vanuit het Binnenspuikanaal richting de ze sluizen tijdens malen verhinderd wordt. Door de diepgelegen opening onderin het zoutscherm is de zeewaartse stroming groot, waardoor alen deze wellicht niet kunnen passeren. Het is de vraag of dit leidt tot meer alen die via het gemaal naar buiten gaan. De nieuwe zeesluis met nog grotere schuttingsvolumes zal naar verwachting een flink deel van de uittrekkende schieralen kunnen afleiden en faciliteren, zoals de Noordersluis momenteel ook doet. Bij de vervanging van de pompen in gemaal IJmuiden voor visveilige pompen zou de sterfte na passage van het gemaal, zoals is vastgesteld tijdens eerder onderzoek, omlaag kunnen gaan als deze visveilig worden. Dit is van belang aangezien dit het laatste obstakel is die alen treffen voor ze de zee opzwemmen. Verder investeren in uittrek via de Kleine Sluis door visvriendelijk sluisbeheer is voor de uittrek van schieraal niet noodzakelijk. Wellicht wel het verder optimaliseren voor intrek van vis ook in het najaar (want dan hoeft uitgaande vis niet te worden gefaciliteerd die nu al veel uittrekmogelijkheden hebben).

### *Verdeling van schieraal bij het sluizencomplex in IJmuiden over de potentiële uittrekroutes*

De meeste schieralen die het sluizencomplex benaderen komen het eerste aan bij de Noordersluis (58), daarna spuisluis/gemaal (43) en vervolgens de Middensluis/Zuidersluis/Kleine Sluis (24). Uiteindelijk is de verdeling van de schieralen die succesvol uittrekken via verschillende routes heel vergelijkbaar met die van de primaire aankomst; Noordersluis 53 (42%); spuisluis/gemaal 50 (40%); Middensluis 15 (12%) en Kleine/Zuidersluis 7 (6%). 58 schieralen trekken uit bij de route van primaire aankomst zonder andere locaties te bezoeken. 67 schieralen vertonen zoekgedrag waarbij minimaal bij 1 andere locatie wordt gezocht en waarvan 12 schieralen zelfs bij alle locaties van het sluiscomplex hebben gezocht.

### *Aanbod van schieraal in de Noordzeekanaalregio*

De schatting van aantal schieraal dat najaar 2017 via IJmuiden naar zee is getrokken was afgerond 89.000 exemplaren (SD 10.000). De schatting van het aanbod voor najaar 2016 is herberekend op basis van het telemetrieonderzoek in 2017 en komt op 101.000 exemplaren (SD 11.000). Deze aantallen zijn van een vergelijkbare omvang als de grovere schatting van 60.000-100.000 voor de jaren 2007 en 2008 uit eerder onderzoek.

### *Tot slot*

Binnen dit onderzoek is een enorme hoeveelheid data van individueel trekgedrag van schieraal verzameld. Naast de analyses die in deze rapportage zijn uitgevoerd is er met name nog de behoefte de koppeling van alle beschikbare omgevingsfactoren, zoals het gevoerde waterbeheer/debietten (die waarschijnlijk zeer bepalend zijn), neerslag/luchtdruk, watertemperatuur, tijdstip van de dag (licht), locatie-specifieke kenmerken en de individuele bewegingspatronen van schieraal diepgaander te analyseren dan binnen het bestek van deze rapportage mogelijk was. De data uit deze studie wordt ook meegenomen in een internationale meta-analyse van schieraal uittrekonderzoek met telemetrie in tal van watersystemen in Europa. Dit kan belangrijke vergelijkingen tussen watersystemen met verschillende menselijke factoren zoals gemalen, waterkrachtcentrales, intensiviteit van scheepvaart, kanalen versus rivieren etc. opleveren. Gebaseerd op de uitkomsten van het uittrekonderzoek zoals gepresenteerd in dit rapport en het intrekonderzoek van glasaal en driedoornige stekelbaars volgt nog een evaluatierapport over het vismigratie-onderzoek in de Noordzeekanaal-regio.



*Foto 6. Het plaatsen van VEMCO receivers nabij barrières.*

## 2.6 Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018

*Uitgebreide samenvatting van A.B. Griffioen, H.V. Winter, O.A. van Keeken en B. van Houten, Wageningen Marine Research rapport C054/19 (Griffioen et al. 2019)*

### *Doelstelling*

Dit onderzoek is uitgevoerd in het voorjaar van 2018 en richtte zich op het gedrag (de aanwezigheid, timing en de verspreiding) van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal en de passage-efficiëntie in IJmuiden en bij vispassages langs het Noordzeekanaal. De centrale kennisvraag die aan dit onderzoek ten grondslag lag is als volgt geformuleerd:

*Hoe verloopt de intrek (het aanbod, de temporele en de ruimtelijke verspreiding) van glasaal naar het Noordzeekanaal en omliggende boezemstelsels en zijn genomen maatregelen om migratie van glasaal te bevorderen effectief?*

De volgende deelvragen zijn onderscheiden:

1. *Wat is het aanbod in IJmuiden en op intrekpunten langs het Noordzeekanaal?*
2. *Is het sluisencomplex in IJmuiden goed passeerbaar?*
3. *Wat zijn de verblijftijden voor de objecten/passages en hoe goed zijn vispassages passeerbaar bij Gemaal De Waker, Gemaal Overtoom en Gemaal Halfweg?*
4. *Wat is de timing van de intrek en hoe verloopt de verspreiding in het Noordzeekanaal?*
5. *Wat is de zwemsnelheid?*
6. *Wat is de invloed van het debiet op het aanbod?*

Voor zover mogelijk binnen de opzet van de pilot voor driedoornige stekelbaars, worden deze vragen ook voor die soort beantwoord.

### *Methode*

Er zijn drie verschillende experimenten gedaan; Het eerste experiment is gedaan in de Buitenhaven van IJmuiden met glasaal. In totaal zijn 6.896 glasalen, verdeeld over 20 groepen, gemerkt met VIE-tags. Ook is een groep van 7.907 glasalen gemerkt met Bismarck Brown. De glasalen zijn alle verzameld in de Buitenhaven van IJmuiden en, na een kort verblijf in bassins bij WMR, zowel aan de 'binnenzijde' als de 'buitenzijde' van de zeesluizen uitgezet. In het tweede experiment zijn op elf locaties merkt terugvangst experimenten gedaan bij overgangen tussen het Noordzeekanaal en regionale watersystemen, met groepen van ca. 250 glasalen per locatie. In het derde experiment zijn 1.268 driedoornige stekelbaarzen, verdeeld over 6 groepen, gemerkt met VIE-tags. De herkomst van de helft van de gemerkte driedoornige stekelbaarzen is de vispassage te Halfweg, waar ze gevangen zijn in de glasaalfuik. De andere helft komt uit de Buitenhaven van IJmuiden. De stekelbaarzen met verschillende oorsprong zijn in gelijke groepen uitgezet in IJmuiden en bij de Amerikahaven.

Om de glasalen en stekelbaarzen te verzamelen en terug te vangen zijn kruisnetten en glasaaldetectoren ingezet op verschillende plekken langs het gehele Noordzeekanaal. Hierbij verzorgde Visserij Service Nederland de kruisnetbemonsteringen in de Buitenhaven en de plaatsing en bemonstering van de glasaaldetectoren. Ravon begeleidde de kruisnetbemonsteringen met vrijwilligers langs intreklocaties langs het Noordzeekanaal. Daarnaast zijn drie vispassages (Halfweg, De Waker en Overtoom) continu bemonsterd door lokale beroepsvissers met glasaalfuiken en is de passage bij de Kleine Sluis te IJmuiden op gezette tijden met behulp van een fuik achter een van de rinketten bemonsterd door Fish Flow Innovations. In totaal zijn twaalf locaties bemonsterd: sluisen/spui/gemaal IJmuiden, Aagtendijk, Gemaal Spaarndam, Gemaal Houtrakpolder, Gemaal Nauerna, Gemaal Halfweg (vispassage), Gemaal Overtoom (glasaalpassage), Wilhelminasluis, Gemaal De Waker (vispassage), Willem I-sluis, zuidelijke vispassage Schellingwoude/Oranjesluizen en Gemaal Aetsveldsepolder.

### *Resultaten*

Afgezien van enige ophoping van glasaal bij het spui/gemaal is er op basis van de resultaten geen grote belemmering voor glasaal om het sluisencomplex te passeren. De passage efficiëntie is vastgesteld op minimaal 93%. De zeesluizen lijken voor glasaal goed passeerbaar. Voor driedoornige stekelbaars is

---

een passeerbaarheid van minimaal 96% vastgesteld op basis van een enkelvoudig merk-terugvangst experiment. De omvang van het aanbod bij IJmuiden, in het voorjaar van 2018, wordt voor glasaal geschat op ca. 9.600.000 glasalen (SD 900.000). Het aanbod driedoornige stekelbaars wordt geschat op ca. 620.000 dieren, met een SD van 310.000. Echter, dit is gebaseerd op een enkelvoudige merk terugvangst experiment, waardoor de onzekerheid over deze schatting groot is.

Glasaal verspreidt zich door het gehele Noordzeekanaal. Dieren die bij IJmuiden zijn uitgezet, werden teruggevangen op de diverse locaties waar ze de polders en boezems willen opzwemmen. Hierbij is aangetoond dat dat er uitwisseling van glasaal tussen verschillende (onderzoeks-) locaties plaatsvindt.. Bij diverse knooppunten zijn langdurige verblijftijden vastgesteld, met als gevolg een mogelijk verhoogd predatie risico. Een deel zwemt richting het Markermeer en het Amsterdam-Rijnkanaal.

De schatting van het aanbod op de verschillende onderzochte locaties (som van lokaal aanbod uitgezonderd Aagtendijk en Oranjesluizen/Schellingwoude), komt overeen met ca. 9,9% van het totaal geschatte aanbod in IJmuiden. De schattingen voor Aagtendijk en Oranjesluizen/Schellingwoude zijn niet representatief vastgesteld. De andere 90,1% zal op andere locaties langs het Noordzeekanaal aankomen, op het Noordzeekanaal zelf blijven of richting Markermeer of elders zwemmen. Grotere locaties als het Zaancomplex zijn met één glasaaldetector niet volledig af te dekken.

Binnen het onderzoek is ook een eerste relatie gelegd met de kwantitatieve verspreiding van glasaal langs de knooppunten langs het Noordzeekanaal. Deze volgt in grote lijnen de omvang van het plaatselijke debiet. Het debiet van de onderzoeklocaties in de periode april-juni 2018 is bepaald op ca. 14,9% van het afvoerdebiet van spui en gemaal IJmuiden. Er is meer onderzoek nodig om uitspraken over de verspreiding van glasaal in het Noordzeekanaal te kunnen doen.

De efficiëntie van vispassages is vastgesteld door gemerkte glasaal uit te zetten en terug te vangen achter de vispassage. Omdat onbekend is of alle lokaal aanwezige glasaal gemotiveerd was om de passage te passeren wordt uitgegaan van een minimale passage effectiviteit. De vispassage Halfweg heeft een hoge efficiëntie voor de intrek van glasaal met minimaal 79% en een korte verblijftijd (gemiddeld 4 dagen). De aalgoot bij Overtoom functioneert minder goed met minimaal 17%, wat mogelijk te wijten is aan een slechte vindbaarheid van de passage, wat wordt afgeleid uit de korte verblijftijd (gemiddeld 4-5 dagen) op deze locatie. De lokstroom die door deze passage wordt gegenereerd is ook aanzienlijk lager dan bij Halfweg. Dat de verblijftijd laag is, kan erop duiden dat een deel van de glasalen wegtrekt en elders zal intrekken of op het Noordzeekanaal blijft. Ook predatie is niet uit te sluiten. Vispassage De Waker functioneert zeer beperkt (minimaal 0,4-8%). Vermoedelijk ligt de ingang van de passage te diep in de waterkolom voor glasaal die van nature geneigd is bovenin de waterkolom te zoeken naar lichter zoet water. De vangsten in de glasaalcollector die specifiek in de bovenste waterlaag functioneert zijn opvallend veel hoger. De verblijftijd is hier hoog, waardoor het risico op predatie hoger zal zijn in vergelijking tot Overtoom. Gedurende de looptijd van het onderzoek is een aanpassing aan de passage gedaan waardoor de lokstroom meer geconcentreerd wordt aan het oppervlak. Mogelijk dat een verdere aanpassing van de toegankelijkheid van de vispassage de efficiëntie voor glasaal nog kan verbeteren.

De verblijftijd van glasaal voor de locaties langs het Noordzeekanaal/ARK ligt tussen 4 en 15 dagen. Bij Halfweg, Overtoom en Aetsveldsepolder is deze kort (4,1-4,6 dagen), bij alle overige locaties is deze hoger, tussen 9,8 en 15,1 dagen. Een hoge verblijftijd hangt vrijwel zeker samen met een hoge attractie in combinatie met een beperkte passeerbaarheid van deze locaties. Een korte verblijftijd kan wijzen op een goede passeerbaarheid of een lage attractie, zoals vermoedelijk bij Overtoom.

#### *Aanbevelingen*

- Voor de intrek zijn de zeesluizen van groot belang. Aanbevolen wordt deze functie van de zeesluizen voor trekvis te waarborgen.
- Kleine gemalen zonder vispassage met een laag maar regelmatig debiet, zoals bij de bemaling van een kwelpolder, kunnen voor trekvis en speciaal voor glasaal voor verlies zorgen door lokale ophoping en daarmee samenhangend predatie risico. Oplossingen hiervoor kunnen zijn:
  - het passeerbaar maken van deze locaties;



- het verleggen van de voornaamste afvoer naar overdag om zodoende minder glasaal aan te trekken (bijv. Gemaal Houtrakpolder, gemaal Westzanerpolder). Glasaal is in de nacht immers meer actief dan overdag. Op basis van de resultaten is het onbekend hoe snel een maal event effect heeft op de aantrekking van glasaal én hoelang glasalen dan blijven 'rondhangen'. Tevens kan lekwater mogelijk ook een continue lokkende werking hebben op glasaal (maar alleen op locaties waar de binnenwaterstand hoger is dan de buiten waterstand, zoals IJmuiden en de Oranjesluizen). Het valt aan te bevelen hier meer onderzoek naar te doen en daarnaast of er locatie specifieke verschillen optreden.
- Het verder optimaliseren van de vispassage bij Gemaal De Waker.
- Nader onderzoek uitvoeren naar de effectiviteit van visintrek-maatregelen bij schutsluizen langs het Noordzeekanaal in verband met de beperkte omvang van de lokstroom en bijgevolg het mogelijk geringe aanbod van trekvis.



Foto 7. Terugvangsten van gemerkte driedoornige stekelbaarzen in de monitoringsfuijk achter de vispassage bij gemaal Halfweg. Het kleurmerk is te zien in de staart van de vis.



## 2.7 Expertmeeting trekvisonderzoeken 6 juni 2019

Op 6 juni 2019 is een expertmeeting belegd om de resultaten van de trekvisonderzoeken te bespreken met Nederlandse en Belgische experts. Tevens hebben de experts hun kennis ingebracht door middel van een presentatie. De volgende presentaties zijn gegeven:

Tim Vriese (ATKB) – *Aalmigratie van zout naar zoet en vice versa.*

Rob Kroes (UvA) – *Obstruction of fish migration in de Dutch delta.*

Peter Paul Schollema (Hunze en Aa's) – *Inzet van PIT en VEMCO bij waterschap Hunze en Aa's.*

Pieterjan Verhelst (UGent) – *Schieraalmigratie aan de hand van akoestische telemetrie in België.*

Ben Griffioen (WMR) – *De migratie van 'standvis' tussen NZK en boezem/polder*

Ben Griffioen (WMR) – *Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal 2018*

Erwin Winter (WMR) – *Uittrek schieraal Noordzeekanaal & Ommelanden Telemetrie-onderzoek 2017-2018*

Na afloop van de laatste presentaties is een discussie gehouden waarbij biologische, methodische en praktische (beheer) vraagstukken zijn behandeld. Relevante opmerkingen vanuit de expertgroep zijn opgenomen in deze rapportage.

Daarnaast zijn er bijeenkomsten geweest om de resultaten van de onderzoek aan alle samenwerkende beroepsvissers te presenteren en met hen te bespreken.



Foto 8. In samenwerking met beroepsvissers worden schieralen gevangen in de Vinkeveense plassen voor zenderonderzoek

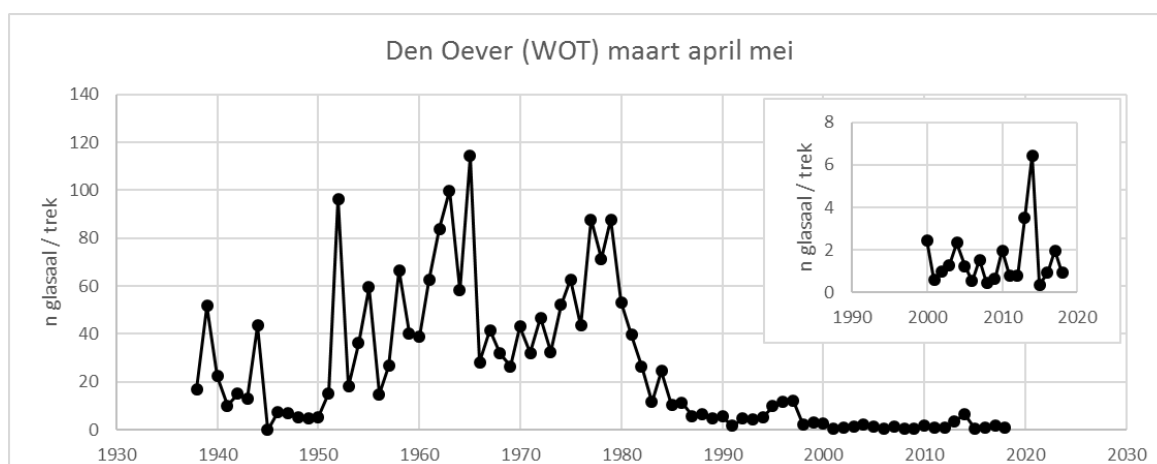
## 3 Kennisbeschouwing Europese aal

Omdat aal een belangrijke doelsoort is van de onderzoeken en in deze rapportage wordt in dit hoofdstuk een kennisbeschouwing gegeven over de Europese aal (*Anguilla anguilla*). Er wordt aandacht geschonken aan de biologie van de aal, kennis over gedrag, onderzoek en monitoring en relevante resultaten daarvan. Het doel van dit hoofdstuk is om achtergrond informatie te geven die een basis te leggen voor beheeradviezen.

### 3.1 Glasaal

#### 3.1.1 Recruitement

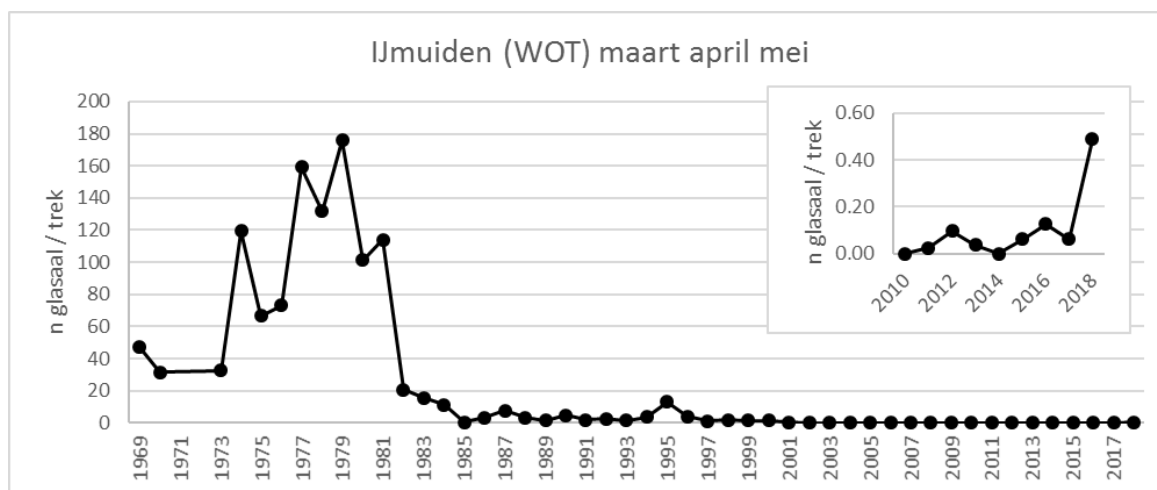
De Europese aal is een katadrome soort die vanuit zee het zoete water opzoekt om op te groeien. Aal plant zich waarschijnlijk voort in de Sargassozee en de larven driften in 2-3 jaar met de stroming mee naar het Europese continent. Bij de kust vindt metamorfose tot glasaal plaats. Glasalen trekken in het voorjaar het zoete water binnen om op te groeien. Na het verblijf in het zoete water (5-20 jaar) veranderen de fysio- en 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 (Figuur 3-1). Zo wordt het huidige glasaal aanbod op slechts 1-5% van het aanbod in de jaren 60-70 gemeten (de Graaf & 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 2004b), 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. Echter, 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. Aangenomen wordt dat dit in de huidige situatie een relatief klein deel betreft en dat het grootste deel van de populatie afhankelijk is van intrek in zoete wateren. Mogelijk dat het zoute water een suboptimaal habitat betreft. Dit wordt bevestigd door de vangst van vaak jonge aal (elver/pootaal) in glasaaldetectoren langs de kust en vispassages als het water warmer wordt (Ruijter 2019 en lopend WOT-onderzoek (Wettelijke Onderzoekstaken) in 2019).



**Figuur 3-1** 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.

Bij het sluiscomplex te IJmuiden wordt sinds 1969 een glasaalmonitoring uitgevoerd (Figuur 3-2). Hier is sinds begin jaren 80 een continue lage trend waarneembaar. 2018 was in vergelijking met voorgaande jaren een relatief goed jaar. Dit was voornamelijk te danken aan één goede nacht waarop 18 glasalen

op 3 trekken zijn gevangen (Griffioen et al. 2019b). Indien deze piek zou zijn gemist zou de index zijn uitgekomen op 0,09 (in plaats van 0,49).



**Figuur 3-2** Glasaalmonitoring bij IJmuiden (spuisluis). Een overzicht van de vangsten sinds 1969 tot en met 2018. De grafiek geeft een gemiddeld aantal glasaal per trek weer.

### 3.1.2 Migratiegedrag en oriëntatie op zee

Glasaal die vanuit de paaiplaats in het noordwesten van de Atlantische Oceaan naar het Europese continent drift verspreidt zich over met name het Europese continent, maar ook IJsland en Noord-Afrika. Glasaal arriveert langs de Franse en Spaanse kust al in september en langs de Duitse kust ('Duitse bocht') in Januari en Februari (Tesch 2003). Ook op het Noordzeekanaal is waargenomen dat de glasaal al in januari het Noordzeekanaal opzwemt en dus eerder aanwezig was in de Buitenhaven te IJmuiden (Griffioen et al. 2019b). Bekend is dat de piek van glasaal voornamelijk in de maanden maart, april en mei de zoete wateren binnen trekt. Op de oceaan lijken waterstromen een grote rol te spelen om richting de Europese kust te geraken. Echter, ook in het larvestadium (de fase voor de glasaalfase) kunnen zij actief zwemgedrag vertonen (Tesch 2003). Ze worden in hun tocht mogelijk geholpen door hun gevoel voor diepte en een 'intern kompas' (Tesch 2003). Op de Waddenzee werd in het verleden waargenomen dat glasaal voornamelijk bij vloed werd gevangen waar de vangsten tijdens eb beduidend lager bleven (Creutzberg 1961). Dit duidt op een actieve manier om slim gebruik te maken van getijdestromingen, ook wel bekend onder de term 'selectief getijde transport' (Creutzberg 1959, 1961, Dekker and vanWilligen 1997, Dekker 1998b, Dekker and VanWilligen 2000, Bult and Dekker 2007)

Eenmaal aangekomen bij de kust spelen ook geurstoffen een rol in de oriëntatie richting het zoete water. Hierbij lijkt, zeker op iets grotere afstanden, niet zozeer de zoet-zout gradiënt van belang, maar organische verbindingen die met het zoete water worden meegevoerd naar zee. Eén van de eersten die hier onderzoek naar heeft gedaan is (Creutzberg 1959, 1961). Hij toonde aan dat zoet oppervlaktewater dat sterk verdund was met zeewater glasaal aantrok. Maar wanneer het zoete oppervlaktewater was gefilterd met kool en daarna sterk verdund met zeewater, verloor het z'n aantrekkingskracht op glasaal. Dit resultaat bleef hetzelfde onafhankelijk van verschillende zoutconcentraties. Hij concludeerde dat organische substanties in het oppervlaktewater verantwoordelijk moesten zijn voor de aantrekkingskracht op glasaal.

Verschillende functies worden verondersteld voor de diverse soorten geurstoffen die een aantrekkende werking op glasaal hebben (Pesaro et al. 1981):

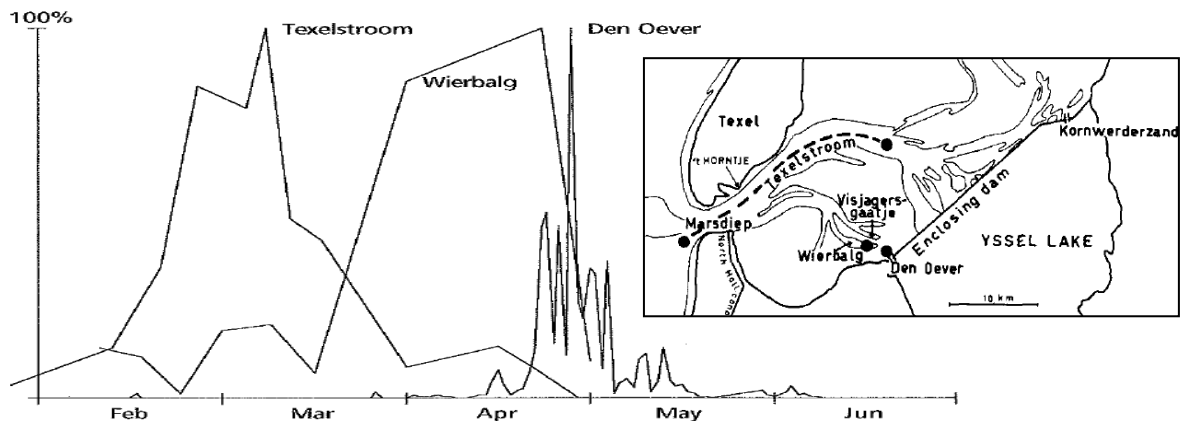
- Om tijdens de migratie riviermondingen te vinden
- Om soortgenoten te vinden
- Om voedsel te vinden

Omdat in keuze-experimenten rivierwater sterk wordt geprefereerd door glasaal boven estuariën water, wordt verondersteld dat natuurlijk zoet water organische geurstoffen bevat die werken als aantrekkende oriëntatieprikkels bij migrerende glasaal van zowel de Europese als Amerikaanse aal (Creutzberg 1959, 1961, Miles 1968, Sorensen). Glasaal waarbij het reukvermogen was uitgeschakeld bleken niet in staat onderscheid te maken tussen rivier- en bronwater (Hain 1975). Omdat deze aalsoorten uit één panmictische populatie bestaan en vanuit de Atlantische oceaan en kustwateren langs de gehele Noord-

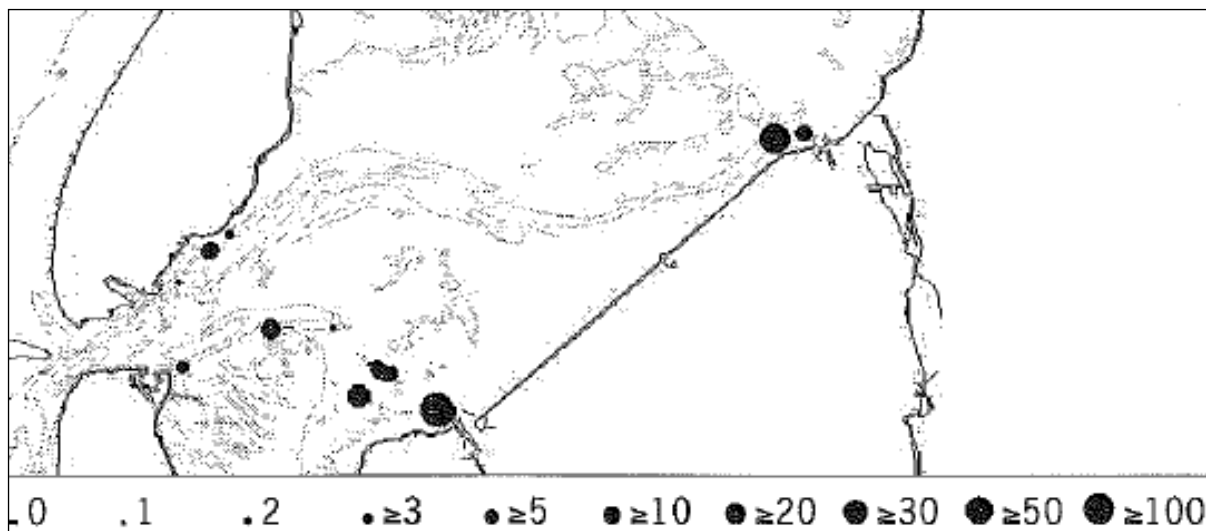
Amerikaanse en Europese kustlijn voorkomen, wordt verondersteld dat herkenning van deze organische geurstoffen is aangeboren en dat deze geurstoffen universeel voorkomen in rivieren (Sorensen 1986). Verschillende studies zijn uitgevoerd om te onderzoeken welke organische componenten of bronnen verantwoordelijk waren voor de aantrekkende werking van natuurlijk rivierwater (Hain 1975, Sola et al. 1993, Tosi and Sola 1993). Een combinatie van meerdere geurstoffen, waarbij bacteriële afbraak een belangrijke rol speelt, lijkt hiervoor het meest in aanmerking te komen. De relatieve concentraties van deze geurstoffen leiden glasaal niet alleen naar rivieren, maar maakt het wellicht ook mogelijk om onderscheid te maken in meer en minder productievare rivieren (Sorensen 1986).

Naarmate glasaal dichtbij barrières langs de kust komt combineren zij mogelijk de oriëntatie op basis van geurstoffen (oriëntatie) met het slim gebruik maken van het getij (verplaatsing en oriëntatie) om uiteindelijk dichtbij de spuideuren, sluisdeuren of gemalen te komen. Metingen van Creutzberg (1961) en gegevens van het voormalig RIVO bij Den Oever laten zien dat glasalen naarmate het voorjaar vordert steeds dichtbij de deuren van den Oever komen, totdat ze zich daar ophopen in april en mei (Figuur 3-3). Uiteindelijk komen zij in vergelijkbare dichtheden voor bij beide spuicomplexen in de Afsluitdijk (Figuur 3-4).

Van Heusden (1943) geeft aan dat de aanwezigheid en het gedrag van glasaal positief is gerelateerd aan spuien en in lichte mate positief aan volle maan en springtij (van Heusden 1943). Bij rust (overdag) graven de glasalen zich in, bij activiteit oriënteren ze zich op stroming en harde structuren (bijvoorbeeld oeverwanden). Deelder (1952) bevestigt het overdag ingraven en vormen van aggregaties bij uitstromen van zoetwater. Deelder (1952) vermoedt dat intrek via de 'lekkende' sluisen plaatsvindt, niet zozeer door het gevoerde sluisbeheer. Verder geeft hij aan dat glasaal zich meer via de bodem beweegt dan aan de oppervlakte zwemmend, wat voordien gedacht werd. Deelder (1960) maakt onderscheid tussen langer aanwezige glasaal die schoolt nabij de oever en meer aan de oppervlakte zwemt en door zwak licht aangetrokken kan worden, en nieuw aangekomen glasaal die zoetwater zelfs mijdt.



**Figuur 3-3** Ontwikkeling van de glasaalvangsten in 1958 in de Texelstroom (zie inzet), de Wierbalg en op de sluisen van Den Oever. Figuur overgenomen van Creutzberg (1961) en Dekker & van Willigen (1997).

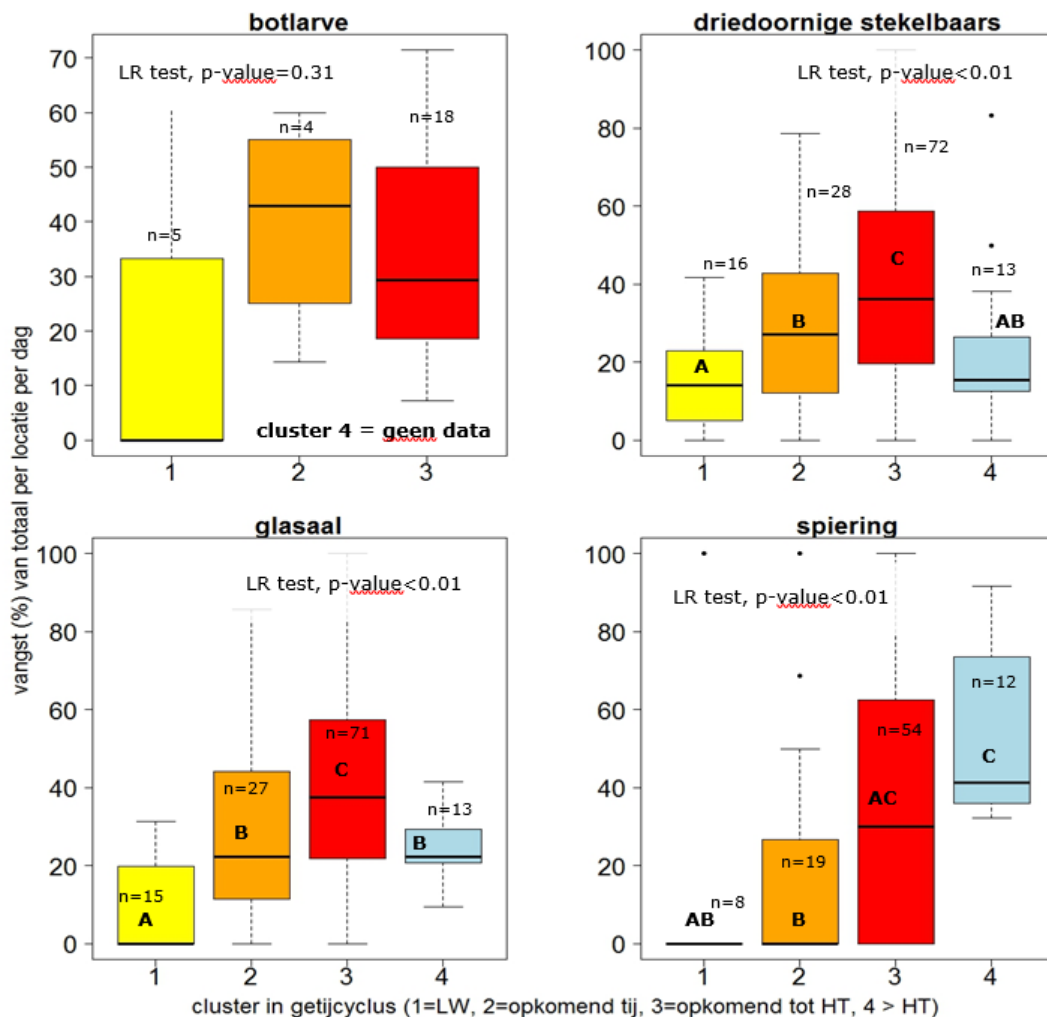


**Figuur 3-4** Verspreiding van de glasaal in de ankerkuilvangsten in de Westelijke Waddenzee, in de voorjaren van 1998 en 1999 (Dekker & van Willigen 2000)

Mede op basis van studies bij het sluiscomplex bij Den Oever in de jaren vijftig (Deelder 1952, 1958, 1960) en de jaren negentig (Dekker and vanWilligen 1997, Dekker 1998a, b), concluderen Dekker & van Willigen (2000) dat er nog tot in mei selectief getijden transport te zien is in de vangsten van glasaal rondom de sluisen. Dit gecombineerd met de verblijftijd die kan oplopen tot minimaal enkele weken, lijkt het hen zeer waarschijnlijk dat de glasaal voor de sluisen, nog dagelijks blootgesteld aan het getij, zich tot laat in het migratieseizoen verlaat op selectief getijden transport. Ook verschillen in timing van pieken in netvangsten ('aanbod'), en doortrek via aalgoten van gemiddeld twee weken bij harde zoet-zout-overgangen in Zeeland (Winter et al. 2007) zijn in overeenstemming met het idee dat er lange verblijftijd is aan de zeezijde van barrières en dat pas in latere instantie wordt overgegaan van selectief getijdentransport naar actief zwemgedrag.

Bij de Afsluitdijk en het spuikomplex te Kornwerderzand werd in 2014 ook gezien dat glasaal in de gehele spuikom in vergelijkbare aantallen werd gevangen (Griffioen et al. 2014). In absolute getallen werd er wel meer glasaal gevangen nabij de spuideuren, maar dit was niet significant verschillend van elders in de spuikom. Dit versterkt de theorie dat glasalen gedurende het seizoen relatief lang gebruik maken van selectief getijden transport. Pas in mei werd er destijds een verschil waarneembaar, waarbij meer glasaal nabij de deuren was te vinden. Dit werd ook teruggezien in de vangsten afgezet tegen het getij (Figuur 3-5 en Figuur 3-6). Ook een vergelijking tussen doortrekmetingen en kruisnetgegevens wijzen er niet op dat er een massale ophoping pal voor de spuideuren is en dat glasalen niet actief zwemmend zich voor de spuideuren ophopen (Griffioen et al. 2014, Griffioen and Winter 2019). Een deel van de glasalen zal ook vroeg in het seizoen actief zwemgedrag vertonen op basis van waarnemingen op het Noordzeekanaal en de Buitenhaven. Hier werden in februari al glasalen gevangen in de binnenwateren en tevens begin april in glasaaldetectoren in de Buitenhaven (Figuur 3-7).

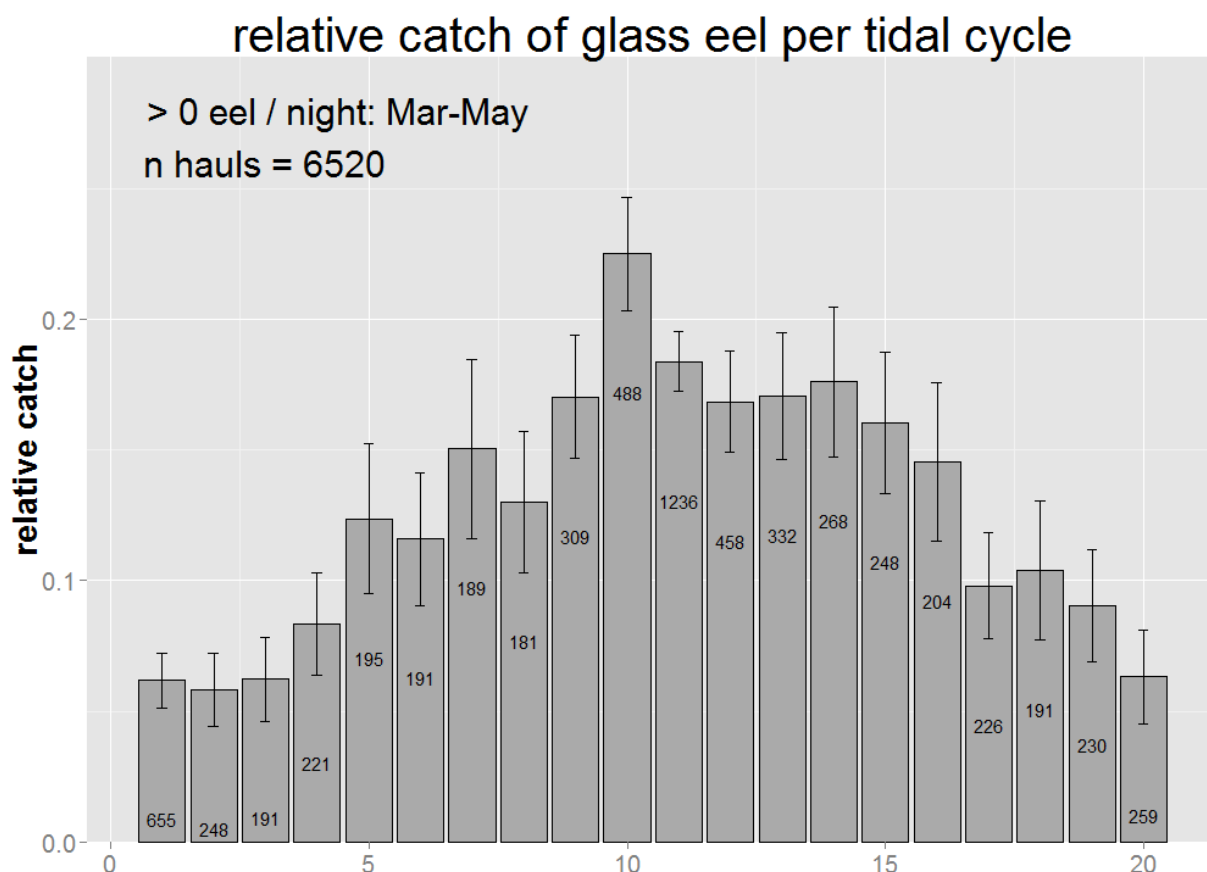
Ook Mouton et al. (2011) concludeert dat glasalen zich door getijdestroming laten bewegen bij een barrière in de IJzer. Een locatie die via een 4 km lang kanaal direct verbonden is met de zee. Iets wat bevestigd wordt door andere onderzoeken (Laffaille et al. 2007, Crivelli et al. 2008). In het onderzoek van Mouton is gebleken dat glasalen de bovenste laag van het water vermijden en zowel overdag als in de nacht worden gevangen. Zij adviseren dan ook om vismigratievoorzieningen 24-uur te laten functioneren. Een piek van vangsten gedurende de nacht/donkerperiode was waarneembaar een uur voor hoogwater. Zij concluderen dat deze piek onafhankelijk was van een licht-donker effect.



**Figuur 3-5** Vangsten in de spuikom te Kornwerderzand voor botlarven, driedoornige stekelbaars, glasaal en spiering in het getij, waarbij het getij is opgedeeld in vier clusters (cluster 1= laagwater tot 33% van laagwater, 2 = 33-66% vanaf het laagste waterpeil, 3=66-100% vanaf het laagste waterpeil en 4= na hoog water) (Griffioen et al. 2014).

Op locaties die minder dicht bij zee liggen lijkt er wel een sterkere ophoping zichtbaar. Zo werd bij gemaal Schoute te Scheveningen een sterke ophoping nabij de keersluis gevonden (Griffioen et al. 2018). De grote(re) vangsten van de glasalen lijken hier eerder een gevolg van dag-nacht ritme dan een gevolg van getij, waarmee geen duidelijk verband werd gevonden. De glasalen hebben om de keersluis te bereiken al twee havens moeten passeren waar ze in een relatief afgesloten locatie terechtkomen. Tevens zal een relatief hoge barrièrewerking van de keersluis de glasaal er mogelijk ook toe zetten om actief te (blijven) zwemmen om de boezem te bereiken. Overdag zullen de glasalen zich mogelijk verbergen tussen stortsteen of ander soort substraat op de bodem van de haven.

Glasalen lijken zich goed te kunnen handhaven bij sterke stromingen als gevolg van spuien en malen. Zowel bij Kornwerderzand (Griffioen et al. 2014) als bij de IJzer (Mouton et al. 2011), wijzen de resultaten erop dat glasalen sterke stromingen kunnen weerstaan, waarbij ze waarschijnlijk schuilen tussen stenen of andere substraten.



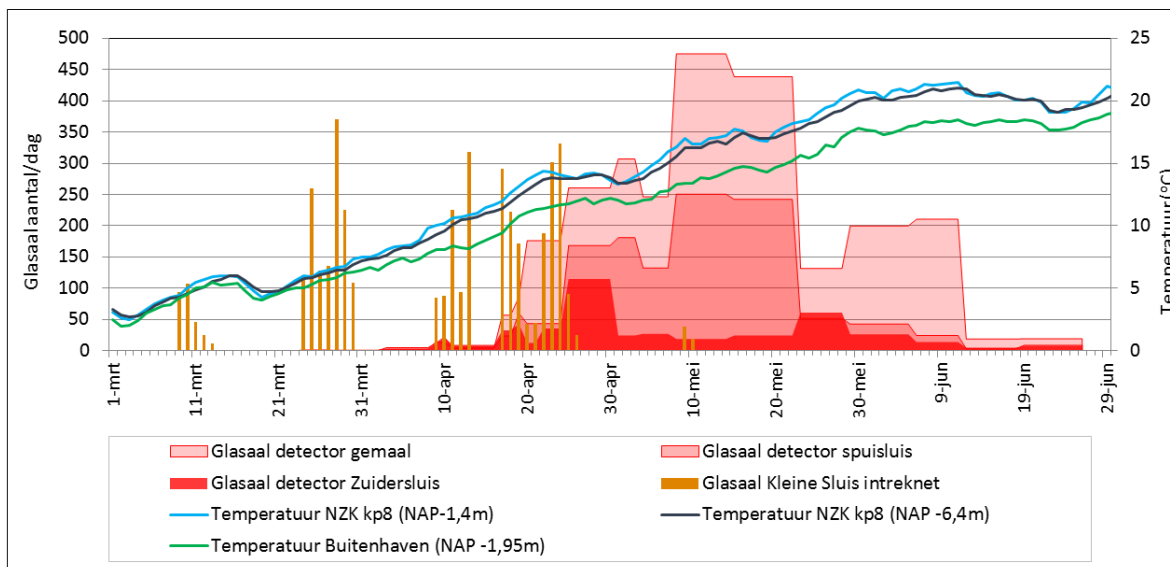
**Figuur 3-6** Relatieve vangsten in het getij bij de spuilsuizen te Den Oever (0=laagwater, 10=hoogwater en 20=laagwater) (Griffioen et al. 2017b). De getallen in de staven geven het aantal trekken weer.

### 3.1.3 De intrek van glasaal naar het zoete water

Eenmaal aangekomen bij estuaria of getijdebarrières zwemmen de glasalen richting het zoete water om op te groeien. De intrek van glasaal vindt vooral 's nachts plaats (Dekker 2000, Mouton et al. 2011) en om die reden wordt kruisnetmonitoring ook in de avond en de nacht uitgevoerd langs de kust van Nederland (Griffioen et al. 2017a, Goverse 2018). Toch is een deel van de glasalen ook overdag actief en wordt ook overdag gevangen in bijvoorbeeld fijnmazige fuiken (Mouton et al. 2011). Gedurende de dag vermijden glasalen de bovenste lagen van het water (circa 0,5 meter onder het oppervlak). Mogelijk dat doorzicht in dit water van invloed is geweest op de vangst van glasaal op deze locatie, waarbij het dag/nacht verschil minder van belang is geweest als gevolg van het lage doorzicht. Bij de vispassage te Halfweg in 2018 is gedurende 3 dagen en 3 nachten gevist, waarbij de vangsten in de nacht 10x hoger waren dan overdag. 2 glasalen/meting gedurende de dag t.o.v. 21 glasalen/nacht in de nacht (Ruijter 2019). Voor stekelbaars waren de dagvangsten overigens wel hoger met gemiddeld 74 overdag t.o.v. 53 vissen gedurende de nacht.

Dekker (1998) beschrijft dat glasalen het binnenwater opzwemmen als de watertemperatuur rond de 7 graden is, terwijl glasalen al bij 3 graden aan de kust worden waargenomen (van Heusden 1943, Deelder 1952) en (Griffioen et al. 2019b). Het lijkt er dus op dat een deel van de glasalen wacht om actief het zoete water op te zwemmen afhankelijk van de watertemperatuur. Echter, in 2018 zijn glasalen zo rond de 5 graden gevonden achter de vispassage te Halfweg circa 16km landinwaarts. Voorafgaand aan deze periode bleven de vangsten in glasaaldetectoren in de Buitenhaven uit (Griffioen et al. 2019b). Dit wijst er op dat glasalen in de Buitenhaven bij een watertemperatuur beneden ca. 7 graden nauwelijks actief gedrag vertonen. Dit wordt bevestigd door de vangsten in een net achter de Kleine Sluis te IJmuiden in diezelfde periode waar wel glasaal werd gevangen. De vismigratievoorziening daar is ingesteld op een 'passieve modus'. In deze monitoring programma's werden glasalen gevangen voordat er glasalen in de detectoren werden gevangen die sinds 7 maart geplaatst waren (Figuur 3-7). Glasalen moeten immers actief de detectoren inkruipen, en de temperatuur was daar in die periode waarschijnlijk te laag voor.

Pieken in detectoren lagen in 2018 boven de 11 graden. Een en ander is in overeenstemming met het in de voorgaande paragraaf vermelde onderzoek in Zeeland met betrekking tot het functioneren van glasaalgoten (Winter et al. 2007).



**Figuur 3-7** De vangsten bij de drie detectoren in de Buitenhaven van IJmuiden en in het intreknet achter de Kleine Sluis, samen met de watertemperatuur in de Buitenhaven en op het Noordzeekanaal (daggemiddelden). De waarden op de dagen tussen de bemonsteringen zijn geïnterpoleerd (Griffioen et al. 2019b).

### 3.1.4 Onderzoek naar glasaalaanbod in het Noordzeekanaal en elders

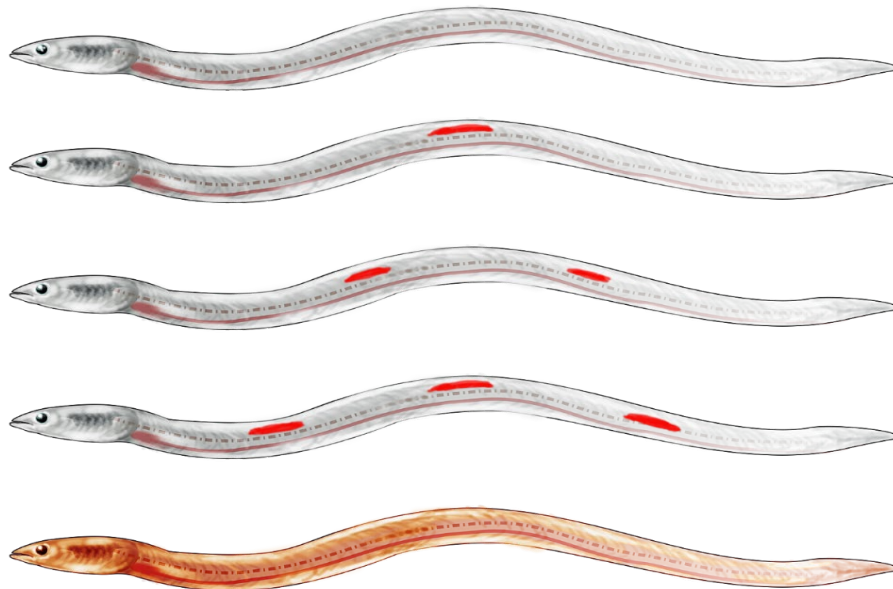
#### Methodiek glasaal aanbod bepaling

Binnen de studie naar de intrek van glasaal op het Noordzeekanaal is een schatting gedaan van het aanbod met behulp van de merk-terugvangst methode. Internationaal wordt er veel onderzoek gedaan naar glasaal met diverse vangtuigen, meer veelal betreft dit een relatieve index op basis van jaar op jaar verschillen in vangsten (Bouwmeester 2016). Deze variatie is een indicatie voor de ontwikkeling van de aalpopulatie en een eventueel herstel ervan. Jaarlijks rapporteert ICES de stand van zaken over de glasaal recruitment op basis van diverse series aan monitoring (ICES 2017). Hierbij wordt bijvoorbeeld ook de zeer intensieve trend serie van Den Oever gebruikt die sinds 1938 wordt gemonitord, maar ook Stellendam, Katwijk, IJmuiden en Lauwersoog. Echter, om een kwantitatieve schatting te maken voor een lokaal aanbod zijn merk-terugvangst proeven van belang, waarbij de verblijftijd, verspreiding en verhouding gemerkt en ongemerkt kan worden bepaald. In 2019 is om deze reden, naast de jaarlijkse kruisnetbemonstering, aanvullend gevist met glasaaldetectoren van Visserij Service Nederland/BUWA in opdracht van WMR. Deze techniek is ook gebruikt binnen de onderzoeken op het Noordzeekanaal (Griffioen and Winter 2018, Griffioen et al. 2019b). Hierbij zijn glasalen gemerkt met VIE tags en Bismarck Brown. In het verleden is bij Den Oever en gemaal Schoute ook onderzoek gedaan met Bismarck Brown of VIE tags (Dekker and vanWilligen 1997, Foekema et al. 2014, Slijkerman et al. 2018, Griffioen et al. 2018 ).

#### Invloed van VIE tag op klimgedrag

In 2019 is een pilotstudie uitgevoerd waarbij 2 merktechnieken zijn getest in combinatie met een glasaaldetector (Hensgens 2019). Om uit te sluiten of een merk van invloed is op de berekeningen van het aanbod zijn 636 glasalen verdeeld over 5 groepen: 130 stuks 1 VIE tag, 130 stuks 2 VIE tags en 128 stuks 3 VIE tags. Tevens is een groep van 128 stuks gekleurd met Bismarck Brown (0,05gr/L gedurende 3 uur). De controle groep bestond ook uit 123 glasalen en hebben geen merk ontvangen. Wel zijn de glasalen van de controle groep, net als de gemerkte alen, verdoofd geweest (0,5ml/L 2-phenoxy ethanol) en hebben verder dezelfde handelingen ondergaan als de VIE tag alen, behalve het merken. Alle glasalen konden 120 uur bijkomen voordat het experiment werd voortgezet. Op basis van voorgaande ervaringen met Bismarck Brown is een lange hersteltijd noodzakelijk (Griffioen and Winter 2018).

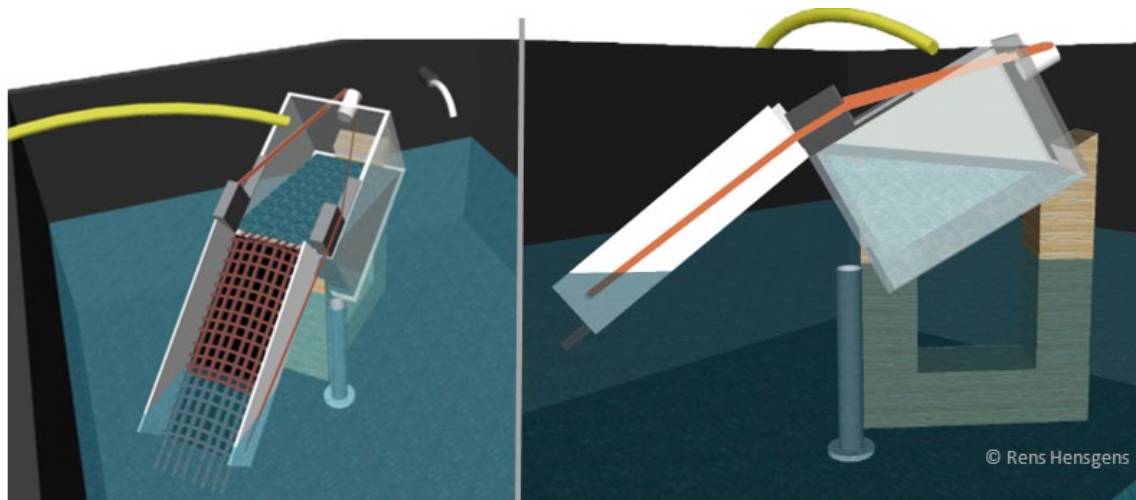




© Rens Hensgens

**Figuur 3-8** glasalen gebruikt in de pilot studie van boven naar beneden: controle, 1 VIE tag, 2 VIE tag, 3 VIE tag en Bismarck Brown (0,05gr/L 3 uur) (Hensgens 2019).

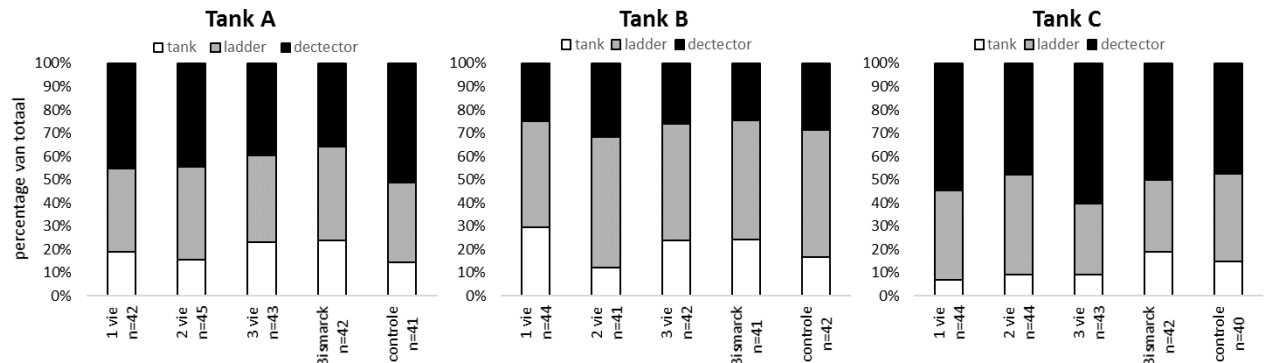
De 636 glasalen zijn verdeeld in 15 groepen, waarbij de 4 type merk en 1 controle groep (Figuur 3-8) totaal 3 gelijkwaardige groepen hadden voor een triplo experiment met gelijke setup (Tank A, B en C). In elk experiment zijn de 5 groepen (4 x 40 gemerkte glasalen en 1 controle groep van 40 glasalen) geplaatst in een 1m<sup>3</sup> tank (met circa 135L water, saliniteit 29m‰) waarin een miniatuur glasaaldetector is geplaatst (Figuur 3-9). Bij de start van het experiment was de saliniteit 29 m‰. Het experiment duurde 3 uur in een donkere ruimte waarbij de detectoren een attractiestroom (met kraanwater) creëerde van circa 2,5-3,0L/min (Tank A 3,0L/min, Tank B 2,5L/min en Tank C 3,0L/min). Aan het einde van het experiment was de saliniteit 8 m‰. Na afloop zijn de glasalen in de opvangbak, de ladder (met kokosmat) en de 1m<sup>3</sup> tank (de achterblijvers) geteld. De saliniteit in Tank A-C was gedurende de proef min of meer gelijk doordat ze op één doorspoel systeem waren aangesloten.



Technical aspects of the experimental set up:  
 The holding tank measured 75 cm x 75 cm x 60 cm with a 24 cm high water surface allowing for 135 litres.  
 The collector tank measured 30 cm x 25 cm x 25 cm with 9 litres of fresh water.  
 The freshwater flow ranged from 2.5 -3.0 l/min  
 The "exposed" climbing area was 25 cm long

**Figuur 3-9** weergave van het experiment waarbij een miniatuur detector in een 1m<sup>3</sup> tank is geplaatst de detector wordt gevuld met zoetwater. De tank bevat aan het start van het experiment zout water 29 m‰ (Hensgens 2019).

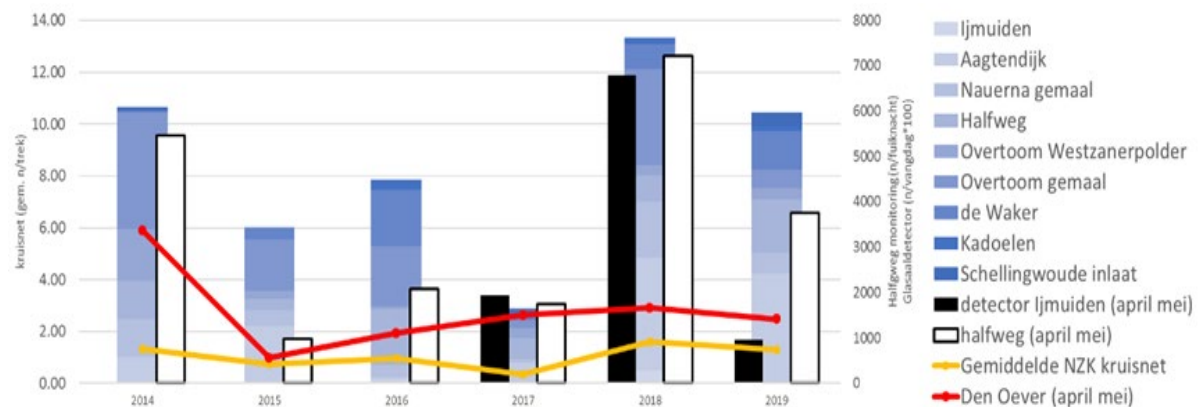
Uit het experiment bleek dat er geen significant verschil is met elk van de 4 type merken t.o.v. de controle groep ( $p > 0,05$ ). In tank B, met een lagere attractieflow lijkt het aantal glasalen dat in de detector terecht komt wel lager ten opzichte van tank A en C. Voor deze rapportage is het van belang te weten dat het gebruik van VIE tags geen invloed heeft op het klimgedrag in detectoren. Op basis van deze pilotstudie lijkt het gebruik van VIE tags of Bismarck Brown geen invloed te hebben op het klimgedrag.



**Figuur 3-10** Resultaten van pilotproef met circa 40 glasalen per merkmethode en per groep (naar Hensgens 2019)

### Index monitoring en bepaling aanbod

De meest gangbare techniek in Nederland voor het maken van een glasaal index wordt gedaan met kruisnetten (Griffioen et al. 2017b, Goverse 2018). Een index monitoring op basis van kruisnetten wordt gedefinieerd als de jaar op jaar variatie aan de vangsten van glasaal aan de buitenzijde van een complex. Een kruisnetmonitoring aan de buitenzijde van een barrière, is geen monitoring naar de intrek van glasaal. Daarvoor zijn andere methodes of combinaties van methodes beter geschikt. Om de intrek van glasaal te bepalen is in 2017 (pilot) en 2018 voor het eerst een schatting gemaakt van de intrek van glasaal op basis van glasaal detectoren in combinatie met o.a. netvangsten bij passages en kruisnetten op het Noordzeekanaal (Griffioen et al. 2019b). Dit waren er in 2018 9,6 miljoen. Om te bepalen wat de intrek is geweest in omliggende jaren wordt in deze rapportage een vergelijking gemaakt met omliggende jaren (2019, 2017-2014). In die jaren is er ook met detectoren gevist (2017-2019)<sup>8</sup>, met kruisnetten (2014-2018<sup>9</sup>) en bij de vispassage te Halfweg (2014-2019)(Ruijter 2014 t/m 2019b) (Figuur 3-11).



**Figuur 3-11** Vangstresultaten van diverse monitoringsprogramma's langs het Noordzeekanaal en bij Den Oever. Linkeras: het kruisnettenprogramma op het Noordzeekanaal (Goverse 2018<sup>10</sup> en WMR IJmuiden)(blauwe kolommen en gele lijn) en de index van Den Oever (april en mei 2014-2019)(rode lijn). Rechteras: de detectoren in de Buitenhaven te IJmuiden, zwarte kolommen(april en mei 2017-2019) en de monitoring te Halfweg, witte kolommen (alleen data april en mei weergegeven).

**NB 1)** de getallen van de detectoren zijn vermenigvuldigd met een factor 100 t.b.v. van de leesbaarheid en vergelijking. 2) Er zijn overlappende maanden gebruikt voor vergelijking (april en mei). Er is meer data beschikbaar. 3) gemiddelde NZK kruisnetten is excl. IJmuiden.

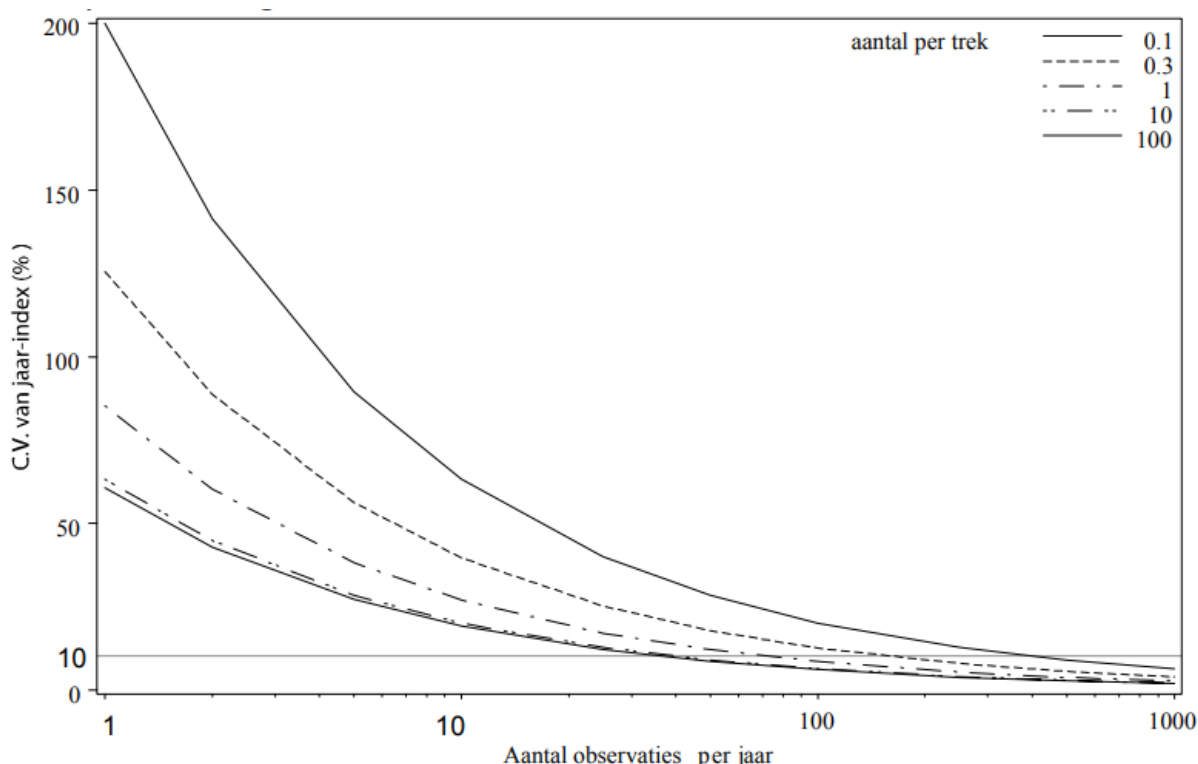
<sup>8</sup> Spuikanaal en Zuiderluis is in 2017-2019 bevestigd. In 2018 en 2019 is ook bij het gemaal gevist.

<sup>9</sup> Data 2019 nog niet beschikbaar

<sup>10</sup> Voor de kruisnet gegevens van het jaar 2019 zijn de getallen verkregen via de website tellen.ravon.nl. Hierbij is het niet duidelijk of de vangsten niet alleen glasaal betreffen. Getallen zijn derhalve niet gecontroleerd.

Voordat deze vergelijking gemaakt kan worden is het belangrijk om de betrouwbaarheid van de diverse methodes te evalueren voornamelijk het kruisnetten programma. Bij IJmuiden (WOT monitoring) is de index jaarlijks laag (Figuur 3-2), terwijl er toch miljoenen glasalen het Noordzeekanaal optrekken (Griffioen and Winter 2018, Griffioen et al. 2019b). In het geval bij IJmuiden is gebleken dat een lage index het gevolg is van een korte verblijftijd (gemiddeld 6 dagen) en daarmee een lage dichtheid terwijl het aanbod hoog kan zijn. In andere woorden, glasalen die aankomen hebben vrij snel de gelegenheid om door te trekken. Aanbodpieken worden bij een kruisnetbemonstering zo makkelijk gemist. Dit voorbeeld maakt duidelijk dat de gevoeligheid van deze bemonstering hoog is.

Er is al langer discussie in hoeverre kruisnetmonitoring representatief is voor indexmonitoring (Dekker 2004a). Zo geeft Dekker (2004a) aan dat bij een gemiddelde van 0,1 glasaal/trek er minimaal 400 trekken nodig zijn en voor gemiddeld 100 glasalen/trek 40 trekken om de onzekerheidsmarge tot ca. 10% te beperken. Dat zou betekenen dat in Nederland alleen de monitoring bij Den Oever voldoet aan de gestelde eis van 10% CV met ruim 400 trekken in de maanden april en mei per seizoen en een gemiddelde index van >0,1 glasaal/trek (Figuur 3-12). Dekker (2004a) gaf toen aan op zoek te gaan naar alternatieven om een glasaalindex vast te stellen in plaats van kruisnetmonitoring.



**Figuur 3-12** De nauwkeurigheid van berekende jaar-indices is gerelateerd aan het aantal bemonsteringen waarop elke index is gebaseerd. In deze grafiek is de C.V. (Coefficient of Variation = standaarddeviatie gedeeld door het gemiddelde) gerelateerd aan het aantal monsters per jaar, voor een gemiddelde vangst tussen 0,1 en 100 glasalen per trek. De referentielijn (horizontale lijn) bij C.V. = 10% komt overeen met de waargenomen daling in de glasaalvangsten in de jaren 1980. (Dekker 2004a)

De kruisnetvangst wordt vooral bepaald door het barrière-effect van een knooppunt (hoge barrièrewerking is de oorzaak van een hoge dichtheid) en het aanbod. Naast de kruisnetbemonstering aan de kust, zijn vangsten met een kruisnet (of elk ander vangtuig) landinwaarts zoals op het Noordzeekanaal zelf bijvoorbeeld, direct gerelateerd aan wat er aan de kust, bij de primaire barrière, gebeurt (Griffioen et al. 2017b). Zo kan een wijziging van de barrièredrempel voor glasaal gevolgen hebben voor een indexmonitoring verderop in het kanaal, waardoor het verband tussen index en aanbod van glasaal bij IJmuiden vertroebelt. Om deze reden is het noodzakelijk te weten wat de barrièredrempel is bij IJmuiden en of er wijzigingen in optreden. Op basis van het onderzoek in 2018 is gebleken dat deze drempel bij IJmuiden laag is en dat glasaal met relatief weinig vertraging door kan trekken.

Op basis van voorgaande redeneringen lijken kruisnettendata niet geschikt voor een goede referentie. Tevens lijkt de trend bij Den Oever ook geen goede referentie voor de variatie in aanbod bij IJmuiden. De aanleiding hiervoor is het relatief 'goede jaar' bij IJmuiden in 2018 op basis van de detectoren (maar

ook kruisnetten) in 2017-2019, terwijl dit niet terug is te zien in de trend bij Den Oever (Figuur 3-11). De monitoring bij Den Oever voldoet wel aan de nauwkeurigheidsgrens zoals gesteld in Dekker (2004a), maar het aanbod langs de kust van Nederland is mogelijk niet evenredig verdeeld. Mogelijk als gevolg van waterstromen of andere oorzaken. De monitoring van de vispassage bij Halfweg is, met een relatief grotere inspanning dan met kruisnetten, een betere indicatie van de variatie in aanbod met de aanname dat er geen wijzigingen zijn geweest gedurende het onderzoek bij in ieder geval het sluiscomplex te IJmuiden of bij de vispassage zelf<sup>11</sup>. Bij de vispassage geldt een hoge efficiëntie van minimaal 79% en tevens wordt er gevestigd met een functionerende vispassage voor meerdere nachten/avonden in het seizoen. Ook de detectoren bij IJmuiden hebben op een gelijke wijze gefunctioneerd in de jaren 2017-2019 en vormen daarmee ook een goede referentie met continue effort gedurende het seizoen.

In 2017-2019 zijn bij Halfweg in de maanden april en mei respectievelijk 1753, 7224 en 3760 glasalen per 'fuiknacht' gevangen (Figuur 3-11). Bij de detectoren van de Zuiderluis en het Spuikanaal was dit 19,3, 67,9 en 9,7 glasalen per 'detectordag' in de maanden april in mei (Figuur 3-11). Voor alle data was dit respectievelijk: 19,3, 42,9 en 12,8 glasaal per detectordag. Ondanks de grote onzekerheid rondom kruisnetten is de trend bij Nauerna wellicht wél een goede referentie voor een jaar op jaar variatie. Van alle locaties die met een kruisnet worden bemonsterd langs het Noordzeekanaal heeft gemaal Nauerna namelijk een relatief hoge verblijftijd en geen mogelijkheid tot intrek (in de jaren 2017 en 2018). Dit is van invloed op de vangst in de monitoring daar. De vangkans is hierdoor minder gevoelig voor variaties in de tijd door nieuwe aanwas en doortrekken. Echter, in 2019 is een vispassage bij Nauerna geïnstalleerd en die was operationeel vanaf 27 april 2019. De passage efficiëntie, en de daarmee samenhangende verblijftijd, zijn nog niet getest. Dit maakt een vergelijking tussen jaren 2017/2018 en 2019 onzeker door een onbekende en waarschijnlijk andere dynamiek wat betreft verblijftijd.

Indien we het jaar 2018 als referentiejaar nemen kunnen we op basis van de diverse monitoringprogramma's een schatting maken wat het aanbod in 2017 en 2019 moet zijn geweest op de diverse locaties. In 2017 is tijdens een pilot studie geschat dat er tussen de 6 en 9 miljoen glasaal moeten zijn binnengekomen (Griffioen and Winter 2018) in 2018 is een nauwkeurigere schatting gemaakt met 9,6 miljoen (Griffioen et al. 2019b).

Om een schatting van de intrek van 2017 en 2019 te maken is 2018 als referentiejaar genomen en een verhouding uitgerekend wat er op locatie is geschat aan aanbod en wat op locatie is gevangen met een kruisnet (bijv. Overtoom gemaal: 48.719 glasalen aanbod en 3,7 glasalen per trek). Deze verhouding is gebruikt om het aanbod te schatten wat er in 2017 en 2019 aangekomen is op die locatie (vb. Overtoom in 2017 0,3 glasalen per trek staat voor 4.082 glasalen in aanbod). Als we volgens dezelfde benadering ook de detectorvangsten bij IJmuiden nemen dan is het aanbod in 2017 afgerond 4,3 miljoen geweest en in 2019 was dit afgerond 2,9 miljoen (Tabel 1).

De schatting voor 2017 van afgerond 4,3 miljoen ligt lager dan het eerdere geschatte aantal van 6-9 miljoen (Griffioen and Winter 2018). Het feit dat er destijds met Bismarck Brown is gewerkt kan verklaren waarom de schatting van 6-9 miljoen hoger heeft kunnen liggen. Vervaging van de kleurmerk kan optreden waardoor er vals negatieven optreden en er een overschatting in de berekening is geweest. Op basis van een dergelijke vergelijking, de aanname dat de totaal schatting van 2018 goed is geweest én de aanname dat de detectoren een goede weergave zijn voor het aanbod in 2017 en 2019, kan worden geschat welk aandeel van de glasalen terecht komt bij gemaal Halfweg. In 2018 werd dit aandeel geschat op 6,2% (Griffioen et al. 2019b). In 2017 en 2019 wordt dit respectievelijk geschat op 4,5% en 12,7% van wat er aankomt bij gemaal Halfweg ten opzichte van het totale aanbod in IJmuiden (Tabel 1). Dit is op basis van de bemonstering met de fuik achter de vispassage. Indien we hetzelfde doen voor

<sup>11</sup> Er is wel een verschil in CPUE tussen 2019 en de jaren voor 2019. In 2019 heeft de vispassage de gehele nacht gefunctioneerd met een net erachter. Vóór 2019 was dit alleen de eerste 6 uur van de nacht. Omdat de efficiëntie bij de passage hoog is en een relatief korte verblijftijd is de aanname dat het aantal uur dat er gevestigd is onafhankelijk is van de totale vangst. Een berekening met het aantal glasaal/uur zou een vertekend beeld geven. Enerzijds om het feit dat glasaal overdag nauwelijks naar binnen trekt en anderzijds dat het waarschijnlijk is dat hetzelfde aantal glasaal binnen zou komen in minder uur. Mogelijk dat de verblijftijd voor 2019 wel hoger is geweest en daarmee de passage efficiëntie lager. Het is onbekend of dat het geval is. Om deze redenen wordt er gerekend met glasaal/fuiknacht, terwijl in werkelijkheid de CPUE in 2019 anders is dan de jaren ervoor en eigenlijk niet met elkaar vergeleken kan worden.

de kruisnetbemonstering bij gemaal Halfweg dan is het aandeel glasaal wat aankomt bij Halfweg 10,9% en 26,9% in 2017 en 2019.

Uiteraard is deze benadering is niet volledig en kent een grote onzekerheidsmarge. Voor een goede benadering is het aan te bevelen om over meerdere jaren (minimaal 3 jaar) een parallelle serie te maken waarbij detectoren, merk terugvangst experimenten eventueel aangevuld met kruisnetten worden ingezet. Eenzelfde aanpak wordt nu aangepakt met het WOT onderzoek langs de kust van Nederland in opdracht van het ministerie van LNV (Stellendam, Katwijk, IJmuiden, Den Oever en Lauwersoog met in totaal 9 glasaal detectoren).

**Tabel 1** Vergelijking van vangsten in diverse monitoringprogramma's (zie Figuur 3-11) en een daarbij behorende schatting van het aanbod van omliggende jaren. Hierbij is 2018 als referentiejaar aangenomen. Op basis van lokale vangsten (o.a. kruisnet) en een totale schatting van 9,6 miljoen in 2018 is berekend wat de gemiddelde vangst in 2017 en 2019 betekent voor een schatting in die jaren voor het gebied.

Locatie	methode		2017			2018			2019		
			vangst (CPUE)	aanbod (n) **	% van totaal aanbod IJmuiden	vangst (CPUE)	aanbod (n) *	% van totaal aanbod IJmuiden	vangst (CPUE)	aanbod (n) **	% van totaal aanbod IJmuiden
IJmuiden	Krsnt	n/trek	0.1			0.5	9594234		0.0		
IJmuiden (alle gegevens)	gls det	n/etmaal	19.3	4325233		42.9	9594234		12.8	2858142	
IJmuiden (april mei)	gls det	n/etmaal	19.3	2733903		67.9	9594234		9.7	1370661	
Aagtendijk	Krsnt	n/trek	0.7			4.3			4.0		
Spaarndam	Krsnt	n/trek					224270	2.3			
Houtrakpolder	Krsnt	n/trek					32274	0.3			
Nauerna gemaal	Krsnt	n/trek	0.2	1044	0.0	2.2	15310	0.2	0.6	4175	0.1
Halfweg	Krsnt	n/trek	0.8	473319	10.9	1.0	591649	6.2	1.3	769144	26.9
Halfweg (alle gegevens)	fk	n/etmaal	1111.7	192945	4.5	3409.0	591649	6.2	2088.3	362432	12.7
halfweg (april mei)	fk	n/etmaal	1753.0	143572	3.3	7224.0	591649	6.2	3760.0	307946	10.8
Overtoom Westzanerpolder	Krsnt	n/trek	0.4			0.4			0.3		
Overtoom gemaal	Krsnt	n/trek	0.3	4082	0.1	3.7	48719	0.5	0.6	8427	0.3
Wilhelminasluis	Krsnt	n/trek					18753	0.2			
de Waker	Krsnt	n/trek	0.2	4154	0.1	1.0	18794	0.2	1.1	22157	0.8
Willem-I sluis	Krsnt	n/trek					551	0.0			
Kadoelen	Krsnt	n/trek	0.2			0.2			0.1		
Schellingwoude inlaat	Krsnt	n/trek	0.0	7893	0.2	0.1	39465	0.4	0.3	260469	9.1
Aetsveldsepolder	Krsnt	n/trek					3007	0.0	0.1		
* = schatting op basis van onderzoek (Griffioen et al. 2019b)											
** = schatting op basis van vergelijking vangsten in jaar n met verhouding 'aanbod' en 'vangsten 2018'											

### Gevolgen van ophoping van glasaal en predatie bij barrières

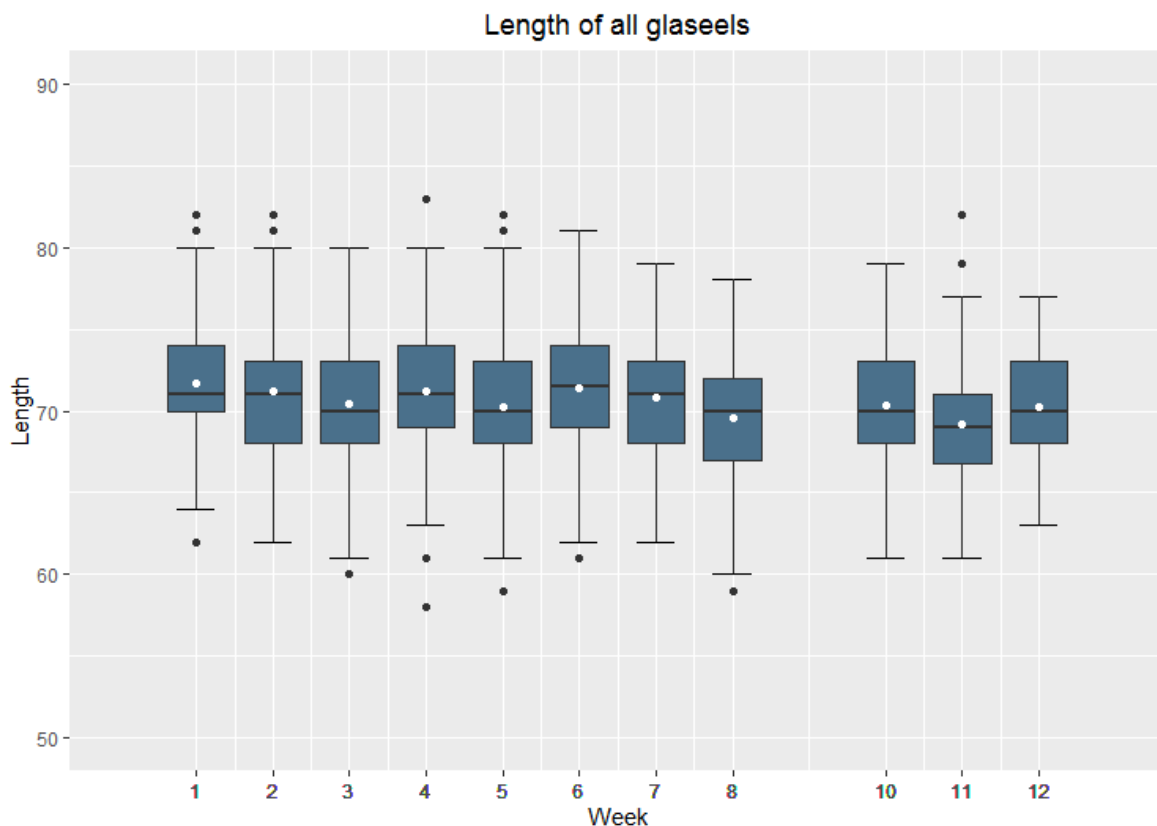
Bovenstaande monitoring en methodieken voor schattingen van aanbod worden meestal uitgevoerd bij barrières op zoet-zout overgangen. Maar kunnen ook bij knooppunten in het achterland optreden, al zijn de aantallen glasalen daar vaak minder. Op locaties met geringe intrekmoogelijkheden en daardoor langere verblijftijden kunnen grote ophopingen van glasaal ontstaan. In welke mate deze langdurige ophopingen met verliezen van glasaal gepaard gaan hangt af van:

- 1) Hoe succesvol zijn de glasalen in het vinden van een geschikt opgroeigebied, nadat ze langdurig bij een barrière hebben 'gezocht'. Met andere woorden welke dispersie vanaf een dergelijke ophoping vindt er na verloop van tijd plaats en waar gaan deze glasalen vervolgens naar toe. Zowel in het glasaalonderzoek rondom het Noordzeekanaal is dispersie tussen intrekpunten waargenomen (Griffioen et al. 2019), als ook aan de Noordzeekant waarbij gemerkte glasaal bij Katwijk, later in het intrekseizoen bij IJmuiden opdook (ongepubliceerde data WOT-glasaal onderzoek voorjaar 2019, WMR).
- 2) Wat is er tijdens de periode van ophoping aan energie-/conditie-verlies en hoe beïnvloedt dit de overleving van de glasaal? Hierover is nog vrijwel niets bekend.
- 3) Welk deel van de glasalen worden gepredeerd? Hoge dichtheden van prooidieren zijn aantrekkelijk voor predatoren, dus in potentie kan predatie op ophopingen bij barrières tot verliezen van glasaal leiden, maar hierover is ook nog weinig bekend. In een Japans onderzoek aan *A. japonica* op de Tone rivier is gebleken dat er predatie voorkomt voornamelijk door een meerval (*Ictalurus punctatus*) en een Aziatische zeebaars

(*Lateolabrax latus*). De onderzoekers kwamen tot de conclusie dat het aandeel opgegeten glasaal laag was, maar wel verhoogd gedurende het migratieseizoen. Echter, ze maakten ook duidelijk dat er nog maar weinig bekend is over predatie en dat er meer onderzoek nodig is (Miyake et al. 2018). Ook bij Den Oever is gedurende een kleinschalig onderzoek geen aanwijzing gevonden voor predatie op glasaal (Foekema et al. 2014). Er zijn met DIDSON metingen geen grote predatoren gevonden in de nabijheid van een sterke ophoping van glasaal. Bij maagonderzoek van kleinere vis als pos en driedoornige stekelbaars die zich wel in de nabijheid van de ophoping van glasaal bevond zijn geen resten van glasaal gevonden.

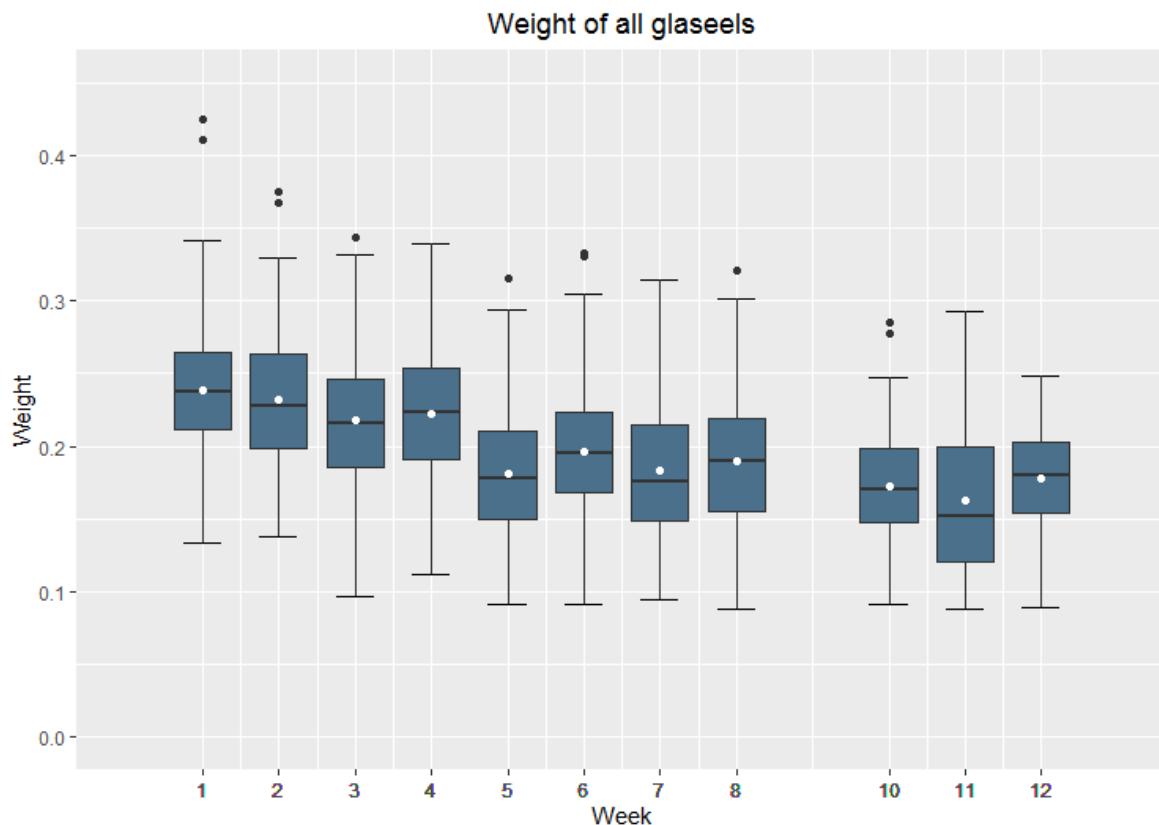
### Conditie van glasaal bij barrières

In 2019 zijn op 5 locaties langs de kust van Nederland (Stellendam, Katwijk, IJmuiden, Den Oever en Lauwersoog) glasalen opgemeten en gewogen gedurende de maanden 1 april – 21 juni 2019, i.c. 12 weken (Lemey 2019). Gedurende de periode blijft de lengte van de glasalen gelijk (Figuur 3-13). Echter, het gewicht lijkt te dalen gedurende de migratieperiode (Figuur 3-14).

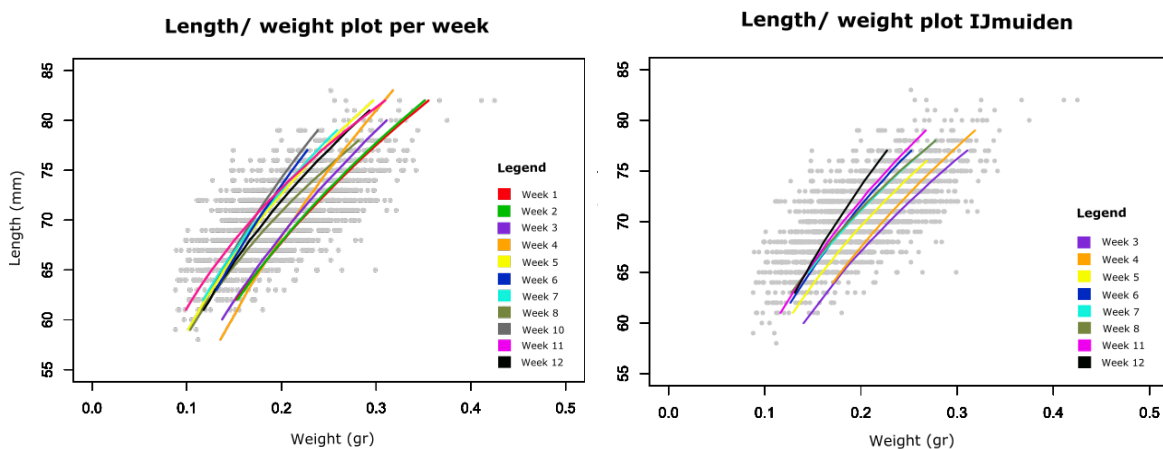


**Figuur 3-13** Lengte metingen van individuele glasalen (n=2192) in de periode 1 april – 26 juni van de locaties Stellendam, Katwijk, IJmuiden, Den Oever en Lauwersoog. (Lemey 2019)

De exacte reden voor de afname van het gewicht is onbekend. Een van de oorzaken zou kunnen zijn dat glasalen op de oceaan in timing meeliften met 'een golf' van plankton waarmee zij zich voeden op weg naar de kustwateren (Desaunay and Guerauld 1997). Dit zou inhouden dat de glasalen met de beste conditie (hoogste gewicht) meer eten tot hun beschikking hadden dan glasalen die, in dit geval, later aan de kust arriveren. Een andere oorzaak kan zijn dat een hoge barrierewerking en een grote migratiedrang uitputting teweeg zou kunnen brengen. Op basis van dit onderzoek kan hier geen uitsluitsel voor worden gegeven. Hiervoor zouden cohorten moeten worden gevolgd gedurende een periode. Echter, het feit dat IJmuiden nauwelijks barriere werking kent en de conditie van glasalen tóch varieert (Figuur 3-15) lijkt deze laatste verklaring niet waarschijnlijk. In 2019 lijkt het erop dat de glasalen in april de beste conditie hebben gehad (hoogste lengte gewicht relatie, Figuur 3-15).



**Figuur 3-14** Gewichtsmetingen van individuele glasalen ( $n=2192$ ) in de periode 1 april – 26 juni van de locaties Stellendam, Katwijk, IJmuiden, Den Oever en Lauwersoog. (Lemey 2019)



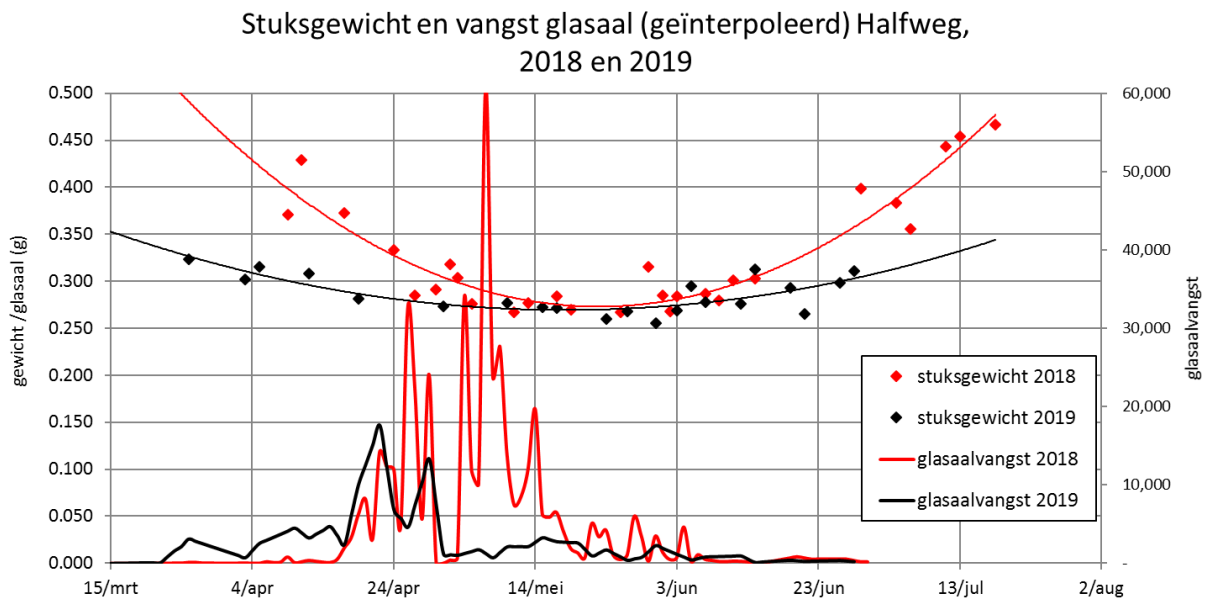
**Figuur 3-15** Grafiek links: Lengte-gewicht relatie per week in de periode 1 april – 26 juni (12 weken) van de locaties Stellendam, Katwijk, IJmuiden, Den Oever en Lauwersoog. Grafiek rechts: de lengte-gewicht relatie bij IJmuiden binnen dezelfde periode. (Lemey 2019)

In 2018 en 2019 is bij Halfweg geconstateerd dat glasalen aan het einde van het seizoen gemiddeld weer toenamen in gewicht (Figuur 3-16). In deze dataset lag het gemiddelde gewicht van glasaal in beide jaren begin april hoger dan later in het seizoen (eind april – eind mei). Aan het einde van het seizoen, zo rond begin juni stijgt het gemiddelde gewicht weer. In Figuur 3-15 is zichtbaar dat week 3 (15-19 april) de glasalen een hogere LW-relatie hebben dan later. Indien we aannemen dat glasalen circa 22 dagen nodig hebben om van de Buitenhaven naar Halfweg te zwemmen (Griffioen et al. 2019b), komt deze groep zo rond begin mei aan. Het stuksgewicht in die periode is bij Halfweg al flink dalende. De stijging van het gewicht wordt niet waargenomen in de Buitenhaven van IJmuiden of andere locaties langs de kust (Figuur 3-15). Dit zou er wellicht op kunnen duiden dat de glasalen eenmaal op het Noordzeekanaal voedsel tot hun beschikking hebben en hier gebruik van maken, zelfs voordat zij een vispassage passeren. De fractie gepigmenteerde alen neemt na mei toe en kunnen alen betreffen die al



vroeg in het seizoen het Noordzeekanaal zijn opgezwommen, aangesterkt en in tweede instantie verder het binnenwater intrekken. Echter, dit is niet meer dan speculatie en zal verder onderzocht moeten worden, m.n. door de fractie 'echte glasalen' te onderscheiden van de fractie gepigmenteerde alen van ca. dezelfde lengte. Tevens is het van belang te beoordelen of glasalen een verslechterde conditie hebben als gevolg van herhaalde pogingen om een barrière te passeren én of dit een relatie heeft met toekomstige overleving en of groei eenmaal in de polders of de boezem. Indien een minder goede conditie van glasaal sterk negatieve gevolgen heeft voor de toekomstige groei en potentie tot reproductie, is het wellicht noodzakelijk om passage van 'goede glasaal' te optimaliseren als migratiemogelijkheden via vispassages kritischer worden als gevolg van droge periodes.

In Figuur 3-16 is bovendien nog te zien dat de glasalen tot aan mei een lager gewicht hebben in 2019 dan in 2018. In 2019 was de vangst bij vispassage Halfweg 59% van die in 2018. In 2018 zijn tussen 15 maart en 1 juli 456.440 glasalen de vispassage gepasseerd (interpolatie op basis van een vangst van 451.477 ex.). Of dit lagere gewicht samenhangt met een lager aanbod verdient nader onderzoek.



**Figuur 3-16** Een weergave van de vangsten bij de vispassage te Halfweg van 2018 en 2019 met tevens het daaraan gekoppelde stuksgewicht. Per keer zijn er 200 glasalen geteld en gewogen (totaal gewicht).

## 3.2 Rode aal

Wanneer glasaal zich gaat vestigen in zoetwater, sterk gepigmenteerd raakt en gaat foerageren spreken we van een overgang naar het stadium 'rode aal'. Het rode aal stadium omvat de gehele groeiperiode in zoetwater totdat de rode aal transformeert naar schieraal, het stadium waarin de aal zich klaar maakt voor de migratie naar de Sargassozee (zie 2.3). Over de bewegingen van rode aal is veel minder bekend dan van glasaal en schieraal, maar er wordt aangenomen dat de rode aal in een veel kleiner gebied blijft om verder op te groeien (Verhelst et al. 2018), hetgeen ook wordt bevestigd in een PIT-tag studie naar rode aal in de boezemwateren van Hoogheemraadschap van Delfland (Griffioen & Schilder 2018). Al zijn er vanuit onderzoeken bij vistrappen metingen dat ook rode aal gedurende het groeiseizoen grootschaligere bewegingen/dispersie kan uitvoeren, maar welk deel van de 'stand-populatie' dit betreft is nog onbekend. Om de aanbodschattingen van glasaal bij de onderzochte knooppunten in de Noordzeekanaal-regio te kunnen duiden, zullen we deze relateren aan een schatting van het rode aal-bestand in de leefgebieden die via de onderzochte knooppunten worden ontsloten voor paling. Hiervoor gebruiken we een benadering en opwerking van beschikbare data zoals we ook in de evaluatierapportage van het Nationaal Aalbeheersplan voor het Ministerie van LNV en de EU hebben uitgevoerd (Bierman et al. 2012, van de Wolfshaar et al. 2015, van de Wolfshaar et al. 2018) en gepubliceerd in van de Wolfshaar et al.(2014). Deze aanpak is verder verfijnd in een landelijke knelpuntenanalyse voor de uittrek van schieraal (Winter et al. 2013b, c).

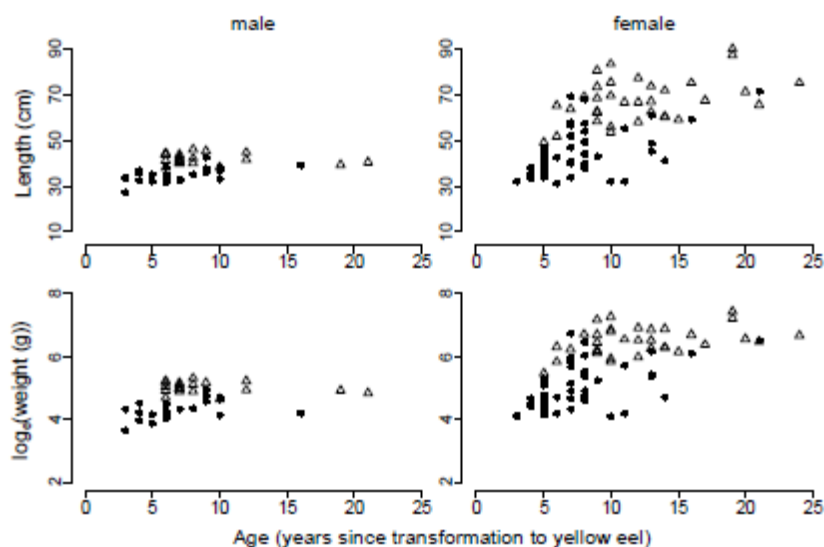


De basis van de methode is dat we arealen oppervlaktewater per leefgebied koppelen aan dichtheidsschattingen van rode aal. Deze dichtheidsschattingen worden gebaseerd op beschikbare bemonsteringen, zoals de KRW-bemonsteringen en bemonsteringen van sloten. Indien er goede aal bemonsteringsgegevens van een leefgebied beschikbaar zijn worden deze gebruikt. Deze vangstgegevens worden voor elk van de gebruikte bemonsteringsvistuigen per inspanningseenheid met efficiëntie-schattingen (of aannames) omgerekend naar dichtheidsschattingen. Op basis van het geschatte rode aal-bestand wordt dan via een 'schiering-percentages' (Bierman et al. 2012) uitgerekend hoeveel schieraal per jaar per leefgebied potentieel beginnen weg te trekken. Hieronder is uiteengezet de aanpak zoals gevolgd door Bierman et al. (2012) en van de Wolfshaar et al. (2014):

### Methode opwerking arealen oppervlaktewater en rode aal-vangsten uit monitoringen

#### Lengte-gewicht relatie

De bemonsteringsdata worden weergegeven als de hoeveelheid individuen en hun lengte, gemeten in cm. Door het gebruik van een omrekeningsfactor, is het totale gewicht per trek en per lengteklasse berekend. De relatie tussen lengte en gewicht van Bierman et al. (2012) is aangehouden (Figuur 3-17).



**Figuur 3-17** Lengte-gewicht relatie voor rode aal (zwart) en schieraal (open) (Bierman et al. 2012).

#### Sex ratio en rode aal- schieraal ratio

Schattingen voor bestands biomassa worden apart berekend voor rode aal en schieraal. Tijdens de surveys is er geen data over geslachtsrijpheid van aal verzameld en de fractie schieraal in de populatie is hier berekend volgens biologische sleutels in (van de Wolfshaar et al. 2018). Individuen zijn per lengte klasse verdeeld naar geslacht en per geslacht is de fractie van schieraal geschat (zie paragraaf 2.3 voor data waarop deze schattingen zijn gebaseerd).

#### Vangstefficiëntie

In de diverse bemonsteringen worden verschillende vistuigen gebruikt: elektrisch schepnet, boomkorren, elektrische boomkorren, fuiken, kuilnetten en zegens. Al deze vistuigen hebben een efficiëntie van minder dan 100%. De vangstefficiëntie van elektrisch schepnet hangt onder meer af van het type waterlichaam, de bodem, de tijd, de instellingen van het materiaal en de ervaring van het personeel die het materiaal hanteert (Beaumont et al. 2002). In deze studie houden we voor vangstefficiëntie van de pulse-netten 20% aan, zoals aangehouden door Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, een onderzoeksplatform voor Nederlandse regionale waterbeheerders (Handboek Visbemonstering, STOWA 2003). Cijfers voor de vangstefficiëntie voor aal met elektrisch schepnet zijn spaarzaam in de literatuur en kunnen specifiek zijn voor het type waterlichaam, habitat en materiaal. Naismith & Knights (1990) gaan uit van een vangstefficiëntie van 27% in een rivier, terwijl Baldwin & Aphramian (2012) de efficiëntie inschatten op ongeveer 60% in kleine stromende wateren. Aprahamian (1986) toont een lengte-afhankelijk effect aan bij het elektrisch schepnet, met een geschatte gemiddelde vangkans van 0,36 voor de kleinste (jongste) alen tot 0,59 voor de grootste (oudste). Carrs et al. (1999) rapporteren een geschatte vangkans van respectievelijk 0,715 en 0,751 voor meren en stromende wateren. Stevens et al. (2009) gaan in een Belgisch Aalbeheersplan uit van 66% vangkans. Dus een vangstefficiëntie van 20%, zoals aangehouden door het onderzoeks-platform voor Nederlandse

regionale waterbeheerders, is relatief laag, maar het gaat vaak om oeverbemonsteringen met aanpalend dieper en vaak vrij troebel water. Voor de boomkorren en zegennetten is geen informatie beschikbaar over de vangstefficiëntie, behalve dat ze waarschijnlijk een lagere vangstkans hebben dan het elektrische boomkorren, omdat het elektrische sleepnet waarschijnlijk een hogere kans heeft dan een normaal sleepnet. De vangstefficiëntie voor aal van de zegennetten is waarschijnlijk het laagst van alle netten. Omdat er geen onderzoek blijkt te zijn aangaande de vangstefficiëntie van deze materialen, is besloten om data verzameld met deze materialen uit te sluiten van de analyse.

#### *Habitatvoorkeur*

De habitatvoorkeur is een belangrijke factor bij de beslissing hoe om te schalen van biomassa in monsters naar inschattingen van de biomassa in het gehele waterlichaam. Het simpelste scenario om op te schalen van monsters naar waterlichaam is al de vangsten in biomassa per hectare lineair te schalen naar de oppervlakte van het waterlichaam (zoals in de STOWA Methodiek). Deze methode gaat er van uit dat alen geen habitatvoorkeur hebben. Echter, alen zouden een voorkeur kunnen hebben voor oevers boven open water, en bijna alle monsters zijn verzameld tijdens het vissen met elektrisch schepnet vlakbij de oevers van meren of rivieren, beken en kanalen. De data van het elektrisch schepnet is daarom als representatief genomen voor aaldichtheden dichtbij de oevers, terwijl aaldichtheden verder weg van de oevers waarschijnlijk lager zijn (Jellyman & Chisnall 1999, Schulze et al. 2004). Daarom is bij het opschalen gebruik gemaakt van een correctiefactor om zo rekening te kunnen houden met verschillen in aaldichtheden tussen de oeverzones en het open water (van de Wolfshaar et al. 2018).

### 3.3 Schieraal

#### **Opwerking van rode aal per leefgebied naar aantallen uittrekkende schieralen**

Op basis van het geschatte rode aalbestand per leefgebied wordt met een 'schierings-percentage' (Bierman et al. 2012, van de Wolfshaar et al. 2014) uitgerekend hoeveel schieralen dit per jaar oplevert. De schieralen die uittrekken worden vervolgens verdeeld over de verschillende knooppunten die het leefgebied ontsluiten. Wanneer er meerdere knooppunten zijn rond een leefgebied wordt dit gedaan op basis van het gemiddelde debiet per knooppunt (Winter et al. 2013b, c). Sommige leefgebieden hebben maar een enkel knooppunt via welke het leefgebied ontsloten is. Per knooppunt zijn er vaak meerdere routes beschikbaar, bijvoorbeeld via een schutsluis of via een gemaal. Dit verschilt per onderzoeklocatie. Uit het zenderonderzoek van 2017-2018 in de Noordzeekanaal-regio (Winter et al. 2019) wordt de verdeling van uittrekkende alen over de routes per knooppunt genomen en verrekend met de mortaliteit per kunstwerk bij het knooppunt. Ook verliezen op de trajecten tussen knooppunten en zee worden verrekend met de aantallen startende schieralen. Op deze wijze wordt een schatting van de aantallen uittrekkende schieralen bij IJmuiden en andere uittrekpunten van de regio verkregen. De schatting voor aantallen uittrekkende schieralen bij IJmuiden kan dan vergeleken worden met de populatieschatting van uittrekkende schieralen zoals op onafhankelijke wijze is verkregen via merk-terug vangst experimenten (Winter et al. 2019).

#### **Schieraaluittrek in andere watersystemen**

Naast de schieraal migratiestudie in de Noordzeekanaal-regio, zijn er ook telemetriestudies beschikbaar over de uittrek van schieraal in de Maas (Winter et al. 2006, - 2007, Griffioen et al. 2019), in de Rijn vanaf Keulen (Breukelaar et al. 2009, Klein Breteler et al. 2007), in Friese polderwateren (van Keeken et al. in prep), in het Drentse Aa-Eemskanaal (Winter et al. 2013), Delfzijl (Huisman et al. in prep). Daarnaast zijn er schieraal telemetriestudies uitgevoerd in België in de Schelde, de IJzer en het Albertkanaal (Verhelst et al. 2018a, - 2018b, -2018c). Er is in Europa veel kennis opgebouwd over de uittrek van schieraal, maar de meeste studies hebben plaatsgevonden in stromende wateren.

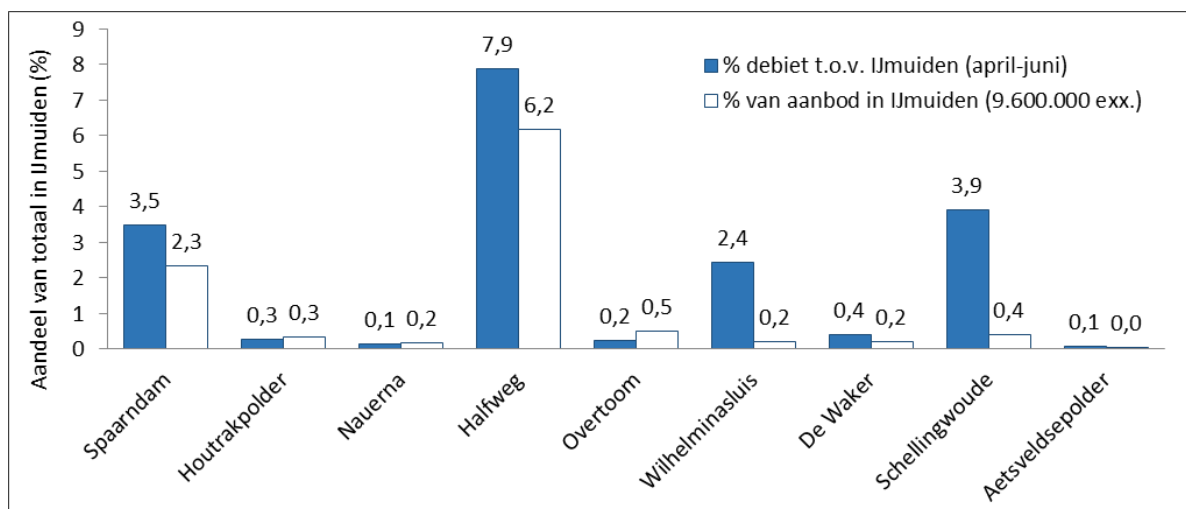
## 4 Evaluatie van trekvis migratie in Noordzeekanaal en ommelanden

### 4.1 Generieke patronen trekvis-onderzoek en algemene beheeradviezen

#### 4.1.1 Algemene beheeradviezen met betrekking tot maalbeheer

##### Intrek

De intrek van glasaal ('aanbod per seizoen') bij IJmuiden en de daarop volgende verspreiding van glasaal in het Noordzeekanaal en ommelanden, lijkt op grove schaal gerelateerd aan de gemiddelde afvoerdebieten (Figuur 4-1). Grote gemalen als Spaarndam en Halfweg trekken grote hoeveelheden glasaal aan met schattingen tot wel enkele 100.000-en per jaar. De locatie Wilhelminasluis toont een afwijkend beeld, waarvan wordt vermoed dat het lage aanbod te maken heeft met de geringe afvoer van het Zaangemaal in mei 2018 (de glasaal kwam er later aan dan op de westelijker locaties en kwam daardoor bij het Zaangemaal minder overeen met de afvoer) en wellicht ook met de oostelijke ligging ervan, waardoor het aanbod al wat is afgeroomd door bijv. de gemalen Spaarndam en Halfweg. Bij Schellingwoude is het vastgestelde aanbod een onderschatting als gevolg van de omvang van het complex en de monitoring strategie die zich richtte op een locatie met een relatief kleine lokstroom (de zuidelijke vispassage).



**Figuur 4-1** Overzicht per locatie van aandeel van het debiet (blauwe balken) van dat in IJmuiden (alleen spui en gemaal) voor de periode april-juni 2018 en van het aanbod glasaal van IJmuiden voorjaar 2018. Bij Wilhelminasluis is het debiet weergegeven van het naastgelegen Zaangemaal (Griffioen et al. 2019b).

De attractie van een locatie, zowel op grote schaal naar een gemaal(-complex) toe, als op kleine schaal bij de locatie zelf, hangt niet alleen af van debiet, maar ook van saliniteitsverschillen en attractieve geurstoffen (Winter 2017). Deze factoren zijn in het veld vaak niet goed van elkaar te scheiden omdat deze per locatie onderling sterk samenhangen. Er is meer kennis nodig om met slim maalbeheer optimaal gebruik te maken van grootschalige attractie naar een complex en kleinschalige attractie naar een passeerbare route.

Idealiter wordt de glasaal eerst op grotere schaal aangetrokken tot een gebied (vb. Halfweg) waar er dan een kleinere lokstroom is die de glasaal verder op weg helpt via een vispassage. Bij gemaal Halfweg trekt het gemaal, middels boezemwater, glasaal aan op grote schaal, wellicht in combinatie met de nabij gelegen uitstroming van de RWZI Amsterdam. Circa 8% van al het water dat bij IJmuiden wordt afgewaterd was in 2018 afkomstig van het boezemgemaal Halfweg. Deze 8% water trok dat jaar circa 6% van de intrekende glasaal aan. Eenmaal bij het gemaal aangekomen is het voor glasaal zoeken

---

naar de ingang van de vispassage. De lokstroom van de vispassage is vele malen kleiner dan de lokstroom die wordt gecreëerd door het gemaal, maar vergeleken met andere vispassages toch aanzienlijk. Ter vergelijking; de lokstroom van de vispassage bij De Waker geeft ca. 20m<sup>3</sup>/uur terwijl vispassage Halfweg tot 10m<sup>3</sup>/min geeft. Glasaal kan de Halfweg vispassage goed vinden (ca.79% effectief). De lokstroom van de vispassage zal effectiever zijn als het gemaal niet (vol) maalt. Gemalen draaien relatief weinig uren met veel debiet, terwijl de vispassage veel frequenter debiet kent. Dit werd in 2018 ook duidelijk toen er een flinke dip in de vangsten was als gevolg van het draaien van het gemaal. Enerzijds zouden de glasalen kunnen zijn weggespoeld, anderzijds is het mogelijk dat de glasalen de ingang minder effectief hebben kunnen vinden vanwege de grote 'concurrentie' stroming van het gemaal. De inzet van het gemaal moet goed getimed worden gedurende het voorjaar (voor zover mogelijk).

Een logische redenering die hieruit volgt is dat het wenselijk is om zoveel mogelijk overdag te malen, waardoor de glasalen worden gelokt en vervolgens de vispassage in de avond/nacht te laten draaien als zij richting de boezem willen migreren. Het gemaal creëert een lokstroom op grote schaal zodra de glasalen bij het complex zijn zullen zij naar de ingang moeten worden gelokt. Voor een goed advies is hydrologisch/saliniteits-onderzoek nodig, en zal er moeten worden gekeken naar de wisselwerking en timing dag/nacht tussen grootschalige attractie en kleinschalige attractie. Het is ook denkbaar dat hierbij scenario's met minder pompen vooral overdag, maar tot in het begin van de nacht malen, effectief zijn.

#### *Advies voor gemalen met minder optimaal achterland*

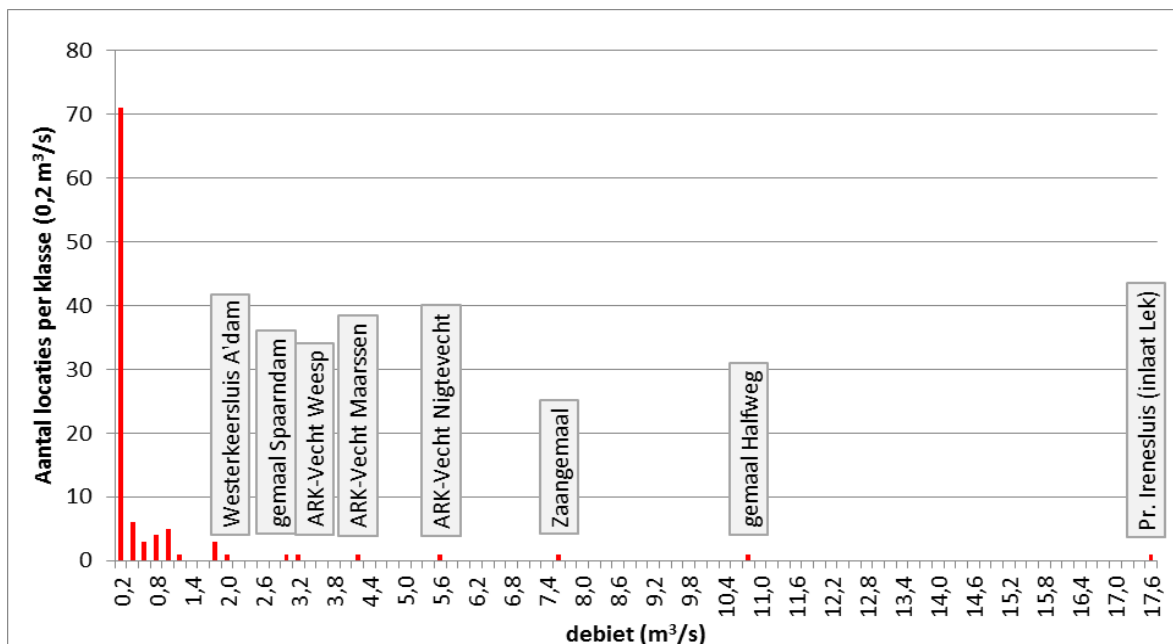
Ook bij gemalen waarbij het achterland erg beperkt is of niet geschikt, of het gemaal uiteindelijk dodelijk is voor uittrekkende schieraal<sup>12</sup>, heeft het vanuit populatieperspectief van paling weinig nut om vismigratiemaatregelen te nemen voor glasaal. Als het achterland een geschikt gebied betreft en de waterbeheerder kiest ervoor deze ook voor paling beschikbaar te maken, dient naast de intrek ook de uittrek goed gefaciliteerd te worden. Dit soort gemalen, waarvan er een aantal zich direct langs het Noordzeekanaal bevindt langs een kwelpolder en bovendien frequent draaien, is het beter tijdens de migratiepiek zoveel mogelijk overdag te malen om zodoende in geringe mate glasaal aan te trekken, en passerende glasaal de kans te geven via een meer kansrijke locatie langs het Noordzeekanaal achterland in te trekken. In 2018 werd gezien dat er veel glasaal wordt aangetrokken door de afvoer van gemaal Houtrakpolder. Dit gemaal is niet passeerbaar voor glasaal, maar trekt het wel aan in behoorlijke aantallen. De glasalen worden op deze manier afgeleid van gebieden die kansrijker zijn (bijv. het even verderop gelegen gemaal Halfweg) of lopen risico op predatie. Als toch ook tijdens de donkere uren moet worden gemalen, dan het liefst aan het einde van de nacht als veel glasaal al langs is gezwommen. Ditzelfde geldt voor kleine gemalen elders, die niet zijn onderzocht. Zie voor een indruk van het aantal kleine aanvoerpunten langs het NZK/ARK, m.n. gemalen, Figuur 4-2 en bijlage 1.

Bij gemaal Overtoom, waar een vispassage aanwezig is, is nog de speciale situatie dat de gemalen Westzanerpolder en Zaandammerpolder eveneens een aantrekkende werking op glasaal hebben, ten koste van die van gemaal Overtoom. Hier is de oplossing een (beter) afgestemd maalbeheer t.b.v. vismigratie voor de twee kleine gemalen zoals hierboven beschreven, waarbij gemaal Overtoom meer continu wordt ingezet, liefst ook 's nachts met een klein debiet.

Deze wijzigingen in maalbeheer ten gunste van de intrek van glasaal en andere trekvis, zal wellicht wat meer kosten aan stroom, doordat de kleine kwelgemalen minder gebruik kunnen maken van nachtstroom, bovendien kost het meer continu inzetten van de grote gemalen, waar vispassages zijn gelegen, met een laag debiet, wellicht meer energie. Deze maatregelen kunnen echter beperkt blijven tijdens de piek van het migratie seizoen (maart-mei). Deze piek kan gemonitord worden met de kruisnetbemonsteringen en door fuik-bemonsteringen van de vispassage bij Halfweg.

---

<sup>12</sup> En er geen visveilige effectieve alternatieven zijn



**Figuur 4-2** Verdeling van het debiet over alle aanvoerlocaties op het NZK/ARK (m.n. gemalen, enkele inlaten en open verbindingen; 101 stuks). Gegevens mrt-mei en okt-dec 2015.

### Uittrek

Over het algemeen kiezen uittrekkende schieralen (uiteindelijk) de hoofdstroom. Dit wordt zowel op rivieren bij waterkrachtcentrales waargenomen (van de Wolfshaar et al. 2018) als bij kleine gemalen (van Keeken and Griffioen 2013). Bij veel schieralen gaat een sterk zoekgedrag op zowel kleine als grote schaal vooraf aan passage van een barrière. Een deel van de migrerende schieralen is op hun hoede bij het naderen van 'verdachte situaties'. Het geluid van een gemaal is zo'n verdachte situatie waardoor ze zullen gaan zoeken naar alternatieve routes. Indien in deze zoek-tijd geen alternatieve route wordt gevonden is gebleken dat de meeste schieralen alsnog tóch door turbines of pompen migreren. Indien een gemaal nog geen visveilige pompen heeft, is het zaak om een alternatieve route in de nabijheid aan te bieden die goed (en snel) vindbaar is om te voorkomen dat de schieralen alsnog in de pompen terecht komen. Dit kan bijvoorbeeld door het passeerbaar maken van een nabijgelegen schutsluis door het uitvoeren van loze schuttingen 's nachts. Dit in combinatie met viswering/geleiding voor het gemaal. Met visweringssystemen zijn tot nu toe wisselende resultaten behaald (Kroes et al. 2013a, -b). Er is wel mee geëxperimenteerd door verschillende waterbeheerders. Dit heeft echter nooit geleid tot een universeel bruikbare oplossing. Ook overdag malen in plaats van in de nacht tijdens het uittrekseizoen is een beheermaatregel die kan helpen. Maar schieraal migratie is doorgaans intensiever in perioden met hoge afvoer, wanneer het vanuit waterbeheer noodzakelijk kan zijn om dag en nacht te pompen om wateroverlast te voorkomen en zal alleen overdag malen geen optie zijn. In geval van enkel overdag malen moeten er alternatieve routes worden aangeboden in de nacht. Eventueel kunnen die ook elders liggen langs de boezem. Zo is er een uitgebreid heen en weer zwemgedrag geconstateerd van schieralen tussen knooppunten langs het Noordzeekanaal, behorend tot hetzelfde boezemstelsel (Halfweg-Spaarndam, Kadoelen-Willem I-sluiss). Maar het is de vraag in welke mate dit de uittrek-efficiëntie beïnvloedt.

Naast onderscheid in visveilige en minder visveilige gemalen (wordt bepaald door het deel van de schieralen dat tijdens passage van gemaal dodelijk verwond wordt), is er ook onderscheid in gemalen die een sterk blokkerend effect hebben en gemalen met een gering blokkerend effect (wordt bepaald door het deel van de schieralen die bij het gemaal aankomen en er ook daadwerkelijk inzwemmen). Zo gaf bijvoorbeeld gemaal De Ruiter het sterkste blokkerende effect in de schieraal-studie te zien. Visveiligheid en blokkerend effect zijn niet automatisch aan elkaar gekoppeld. Ideaal is een volledig visveilig gemaal dat geen blokkerend effect heeft. Schieraal kan dan zonder vertraging en sterfte de hoofdstroom door het gemaal volgen en hoeft niet te zoeken naar een route. Maar alle combinaties kunnen voorkomen. Naar sterfte door gemalen is relatief veel onderzoek gedaan, o.a. in het STOWA onderzoek 'Gemalen of vermalen worden' (STOWA, 2012). Maar welke factoren een blokkerend effect

tot gevolg hebben, is veel minder bekend. Geluid van het gemaal is een belangrijke kandidaat-factor, maar wellicht spelen ook andere factoren zoals verstoring door licht, eigenschappen van fysieke structuren zoals kroosrekken of de ingang van gemalen een rol (van Keeken et al. 2010). Het is met name van belang om inzicht te krijgen in deze factoren bij visveilige gemalen/pompen, zodat er gekozen kan worden voor visveilige oplossingen die daarnaast ook een zo gering mogelijk blokkerend effect hebben. Dure investeringen in visveilige gemalen zullen minder effectief zijn als deze toch een blokkerend effect blijken te hebben. Onderzoek naar het effect van onderwatergeluid op gedrag van schieralen (en andere vis) staat echter nog in de kinderschoenen. Bij effecten van onderwatergeluid op vis is niet alleen de geluidsterkte van belang, maar vooral ook de signatuur en opbouw van het geluid (Neo et al. 2014).

#### **Samenvattend, algemene adviezen m.b.t. maalbeheer:**

- Met een slimme inzet van het gemaal glasaal op grote schaal aantrekken tot bij de vispassage. Hierbij is de verdeling van glasaal langs het Noordzeekanaal (mogelijk) te sturen naar geschikte en bereikbare gebieden voor de opgroei van de aal.
- Bij gemalen zonder intrekmogelijkheden, overdag malen of anders in de vroege ochtend om risicovolle ophoping van glasaal te voorkomen. Ophoping bij locaties waar geen intrekmogelijkheden zijn, of bij locaties waar alleen intrek mogelijk is maar uittrek niet goed mogelijk is, zou een maalregime en timing kunnen worden gekozen die zo weinig mogelijk attractie tot gevolg heeft.
- De aansturing van stroomopwaarts gelegen gemalen ten behoeve van de intrek van glasaal zou kunnen worden getimed aan de hand van real-time data uit de monitoring van het glasaalaanbod op meer stroomafwaarts gelegen locaties met kruisnetmonitoring in de nabijheid van sluizencomplex IJmuiden of bijvoorbeeld Spaarndam en monitoring van de vispassage bij Halfweg, gebruikmakend van de migratiesnelheid van glasaal in het Noordzeekanaal om zo de timing van malen en lokale aanwezigheid van glasaal optimaal te laten samen vallen.
- Indien een gemaal nog geen visveilige pompen heeft: vooral overdag malen en alternatieve uittrekroute(s) beschikbaar stellen, liefst in de directe nabijheid. Waarbij aanvullend viswering/geleiding kan worden overwogen. De drie onderzochte vispassages vormden weliswaar een alternatieve route maar werden voor de uittrek nauwelijks gebruikt. Maar zowel viswering/geleiding als vispassages werken voor uittrek vaak nog onvoldoende.
- Naast onderscheid in visveilige en minder visveilige gemalen (m.b.t. sterfte tijdens passage), is er ook onderscheid in gemalen met gering of sterk blokkerend effect (bereidheid om gemaal in te zwemmen). Ideaal is een volledig visveilig gemaal dat geen blokkerend effect heeft. Schieraal kan dan zonder vertraging en sterfte de hoofdstroom door het gemaal volgen. Er is nog weinig inzicht in welke factoren en hoe deze een blokkerende effect van gemalen veroorzaken.

#### **4.1.2 Algemene beheeradviezen met betrekking tot sluisbeheer**

Langs het Noordzeekanaal zijn meerdere sluizen en sluiscomplexen die de migratie van aal en andere migrerende vis zouden kunnen belemmeren. Hoewel schutsluizen voor zowel glasaal als voor schieraal geen directe bedreiging zijn voor verliezen middels sterfte (alhoewel sterfte door scheepsschroeven in de sluis niet uitgesloten kan worden, maar hierover is weinig bekend), vormen zij in sommige gevallen de enige verbinding tussen waterlichamen voor glasaal (vb. Wilhelminasluis en Willem I-sluis).

#### **Intrek**

Voor intrekkende glasaal en driedoornige stekelbaars, maar ook voor uittrekkende schieraal wordt op diverse locaties rinkettenbeheer toegepast (Griffioen et al. 2019a, Griffioen et al. 2019b, Winter et al. 2019). Hierbij is een speciaal voorjaars- en een najaars-programma ingesteld. Voor locaties langs het Noordzeekanaal zelf is de waterstroom (door het peilverschil, zie Tabel 2) altijd richting de boezem of polder gericht. Een lokstroom die glasaal zou moeten lokken is hierdoor zeer beperkt of zelfs afwezig. Indien er een migratievoorziening wordt gemaakt middels de rinketten is het voor glasaal sterk aan te raden de glasaal éérst direct vóór de rinketten te lokken. Een innovatieve oplossing zou kunnen zijn om een lokstroom te creëren door een aanvullende uitstroom van een pomp voor de deuren van de sluis nabij de rinketten. Tijdens het onderzoek in 2018 is gebleken dat met een relatief kleine lokstroom van de glasaaldetector glasaal wordt aangetrokken. Dit kan, indien praktisch haalbaar, met een kleine pomp



---

die water uit de boezem voor de rinketten pompt. Hoe snel en op welke schaal glasaal hierop reageert, zal moeten worden onderzocht. Zodra glasaal in voldoende mate zich voor de rinketten hebben verzameld kan de rinket worden opengezet en moet de lokstroom uit. Op die manier worden de glasalen met het watervolume in de kolk gezogen. Vervolgens zit de glasaal in de kolk en is het zaak deze in de kolk te houden om ze door te laten zwemmen als de boezemzijde wordt opengezet. Om de kansen hiervoor te vergroten is het aan te raden (of in ieder geval te testen) om de deuren van de sluis aan de boezemzijde open te zetten (en voldoende lang open te houden in plaats van alleen de rinketten aan de boezemzijde. Hierbij moet wel in acht worden genomen hoe deze zich verhoudt tot de lokstroom van een nabijgelegen gemaal, en op welke afstand deze ligt. Ook het bepalen van hoe groot de lokstroom bij de rinketten moet zijn is hierbij van belang. Verder is de diepte ligging van de rinketten van belang omdat het zoetere uitgedompte water wellicht vooral in het bovenste deel van de waterkolom glasaal aantrekt. Hoe dieper de rinketten/openingen zitten hoe minder effectief deze oplossing waarschijnlijk is, zoals bij de Waker is gebleken.

Bij een zoet/brak-zout overgang is de dynamiek van dit rinkettenbeheer heel anders omdat hier wél een lokstroom met zoet-zout gradiënt kan worden gecreëerd voor glasaal. In IJmuiden is gebleken dat glasaal gebruik maakt van dit type maatregelen (Manshanden 2018, Griffioen et al. 2019b), maar het beheersen van de stromingen via de rinketten en het beperken van zoutlast is nog een opgave. Ook is het nog onduidelijk welk deel hiervan gebruik maakt ten opzichte van de totale intrek. Verder kan er verschil zitten in het gedrag van glasaal bij een zoet-zout overgang, bijvoorbeeld doordat deze hier nog gebruik wil maken van selectief getijden transport, waar glasaal in de meer zoetere bovenstroomse delen van de watersystemen uitsluitend actief zwemgedrag vertoont.

### **Uittrek**

Omdat schieraal vanuit de polder of de boezem richting het Noordzeekanaal wil zwemmen tegen het peil verschil in, kan hier wel een lokstroom worden gecreëerd om schieraal te lokken, zoals dit bij de Willem I-sluis of de vispassage Kadoelen wordt gedaan. Zeker in gebieden waar er in de nacht niet wordt gesloten is het noodzakelijk om migratiemogelijkheden te creëren. Hoewel er dan wel geen directe kans op sterfte is door schutsluizen, zijn indirecte verliezen door middel van een blokkerende werking wel een groot gevaar. Er is niet veel bekend in welke mate en met welke efficiëntie schieralen gebruik maken van schutsluizen tijdens hun migratie. Wel zijn er, veelal slechts anekdotische, gegevens dat schieraal schutsluizen kan passeren zoals aangetoond voor bijvoorbeeld diverse schutluizen rond het Noordzeekanaal (van Wijk 2011, Griffioen et al. 2019a, Winter et al. 2019), schutluizen in kanalen ten westen van Groningen (Winter et al. 2013a), schutsluizen in het lateraalkanaal van de Maas bij Roermond (van de Wolfshaar et al. 2018) en schutsluizen in het Amsterdam Rijnkanaal (Griffioen et al. 2013). Een succesvolle migratie via schutsluizen is afhankelijk van o.a. debiet, het aantal schuttingen per dag (vooral tijdens de nacht), de dimensies van de sluis en of het een sluis is die zoet water met zoet of zout water verbindt. Wanneer er sprake is van een verschil in zoutgehalte aan weerszijden van de sluisdeuren zal er bij opening van de deuren een tegenstroom ontstaan met een zoetere bovenlaag stromend richting de 'zoutere' kant en een zoutere onderlaag richting de 'zoetere' kant (Winter 2011). Er wordt aangenomen dat een verschil in zoutgehalte een gunstige invloed heeft op de passeerbaarheid van schutsluizen omdat er meer voor de schieraal merkbare stromingen optreden wanneer de sluisdeuren open gaan en schieraal zich naast stroming ook oriënteert op zoet-zoutgradiënten. Er wordt vanuit gegaan dat de migratiekansen beperkt zijn wanneer er weinig debiet is, 's nachts weinig schuttingen plaatsvinden en de dimensies van de sluis klein zijn. Andersom vormt een hoog debiet, met veel nachtelijke schuttingen bij een sluis van grote omvang die zoet met zout water verbindt, de (naar schatting) beste kans op succesvolle migratie via de schutsluis.

Voor schieraal zijn loze schuttingen 's nachts wellicht van nut, zeker als er overdag is uitgemalen (en schieralen met de stroom mee richting een sluis/gemaal complex zijn gelokt). Rinkettenbeheer geeft wellicht een langer migratievenster voor schieraal, maar door een relatief klein volume en daardoor weinig merkbare prikkel direct voor de rinketten is rinkettenbeheer waarschijnlijk niet effectief. Bij twee evaluaties, bij de Kleine Sluis IJmuiden en de Willem I-sluis, is gebleken dat rinketten beheer voor uittrekkende schieraal weinig effectief is (Griffioen et al. 2019a, Winter et al. 2019). HHNK gebruikt op sommige locaties de rinketten op een andere wijze waarbij het boven rinket met een opening van 5-10cm brakker water vanuit het Noordzeekanaal naar binnen laat (dit is ook de methode die in de Kleine Kolk bij de Willem I sluis wordt gebruikt, waarbij deze locatie helaas wel storingsgevoelig is gebleken).

---

Bovendien is er ook altijd iets lekkage van de sluisdeuren zelf. Deze weliswaar instromend zoet-zout gradiënt lijkt schieralen aan te trekken die dan niet met de stroom mee maar tegen de stroom in langs deze zoet-zout gradiënt zwemmen. Hoe schieraal reageert op onnatuurlijke tegengestelde prikkels is nog onvoldoende bekend, maar hier liggen waarschijnlijk goede opties om optimalisatie van waterbeheer en uittrek toe te passen.

**Samenvattend, algemene adviezen m.b.t. sluisbeheer:**

- Bij een schutsluis met een nabijgelegen gemaal, die zorgt voor het aanbod, een lokale lokstroom voor de rinketten creëren alvorens er rinkettenbeheer wordt toegepast.
- Bij overige schutsluizen in de eerste helft van de nacht loze schuttingen uitvoeren voor de lokstroom en tegelijk passagemogelijkheden creëren voor glasaal én voor schieraal.
- Nader onderzoek doen naar water- en zoutstromingen tijdens loze schuttingen op brak/zoet-overgangen en de respons van intrekkende en uittrekkende trekvis op zowel stroming, stromingsrichting en zoet-zout gradiënt. Aandacht houden voor zoutindringing als gevolg hiervan.

## 4.2 Evaluatie trekvis migratie en specifieke beheeradviezen per deelgebied

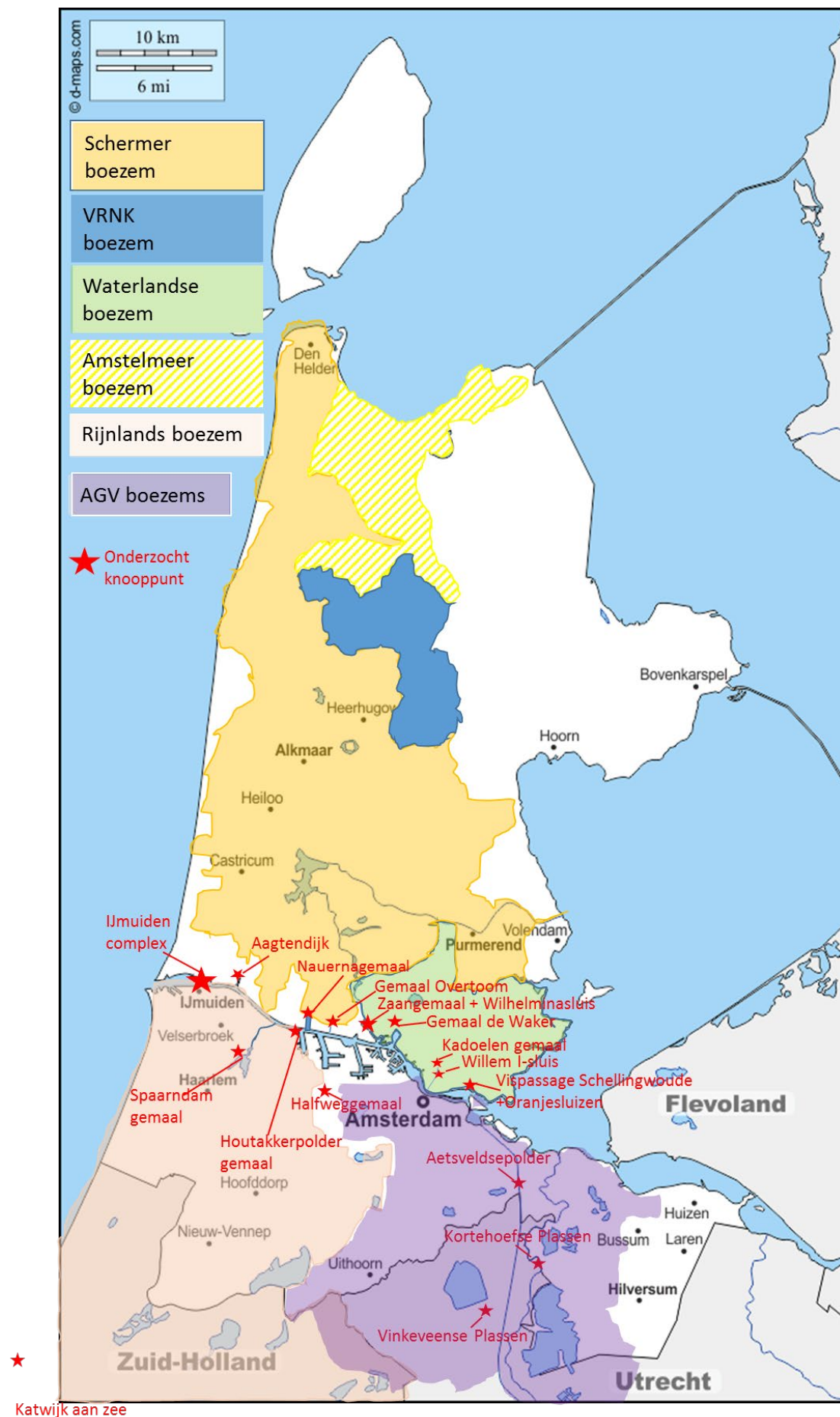
Paragraaf 4.2 beschrijft per deelgebied de intrek van glasaal, een benadering voor de opgroei van rode aal en de uittrek van schieraal. Voor de andere trekvissoorten zijn nauwelijks gegevens voorhanden.

### 4.2.1 Kengetallen deelgebieden in Noordzeekanaal-regio

Het Noordzeekanaal staat in verbinding met meerdere boezemgebieden en polders die op het kanaal afwateren. Grote boezemgebieden zijn de Schermerboezem, Waterlands boezem en Rijnlands boezem die elk via gemalen en sluizen in verbinding staan met het Noordzeekanaal, en de boezemsystemen van AGV (met name Stadsboezem Amsterdam, Amstellandboezem en Vechtboezem, samengevoegd in Figuur 4-3) die in een open verbinding staan met ARK en Noordzeekanaal en daardoor vrij in- en uittrekbaar zijn voor trekvis (Figuur 4-3).

Een samenvatting van diverse obstakels in de Noordzeekanaal-regio die zijn onderzocht staat in Tabel 2. De tabel geeft ook inzicht in de mate van visveiligheid op basis van de aangeleverde gegevens van de waterbeheerders. In aanvulling hierop worden voorbereidingen getroffen voor een extra sluisvispassage bij de Oranjesluizen (2019), een rinketpassage bij de Wilhelminasluis (2020), een vispassage naast het gemaal bij Spaarndam (2020) en een sluisvispassage en visveilige pompen bij gemaal de Poel (2021). Ook de spuisluizen bij Enkhuizen en bij Lelystad zullen beter passeerbaar worden gemaakt middels kleine luiken.

Er vindt in de Noordzeekanaal-regio een aanzienlijk deel van het 'palingverkeer' van Nederland plaats. Het onderzoek in 2017 en 2018 heeft uitgewezen dat, naar schatting, 9,6 miljoen glasalen zijn ingetrokken en circa 90.000 schieralen zijn uitgetrokken bij het sluiscomplex te IJmuiden (Griffioen et al. 2019b, Winter et al. 2019). Om deze reden is het van belang om de migratie zo effectief mogelijk plaats te laten vinden en knelpunten weg te nemen zowel in migratie als tijdens opgroei. Het is van belang om zowel de intrek, de opgroeimogelijkheden alsmede de uittrek in samenhang op te lossen indien er knelpunten zijn. Aan de andere kant is het niet effectief om een vispassage aan te leggen, waar opgroeimogelijkheden en uittrekmogelijkheden beperkt zijn.



**Figuur 4-3** Het Noordzeekanaal met diverse omliggende boezemgebieden en onderzochte knooppunten voor de migratie van vis. De aangegeven knooppunten zijn onderzocht voor de migratie van aal in de afgelopen jaren in het kader van de EVZ NZK eo. De AGV boezemsystemen staan in principe permanent in open verbinding met Amsterdam-Rijnkanaal (ARK) en Noordzeekanaal.

**Tabel 2** Tabel met in de onderzoeken betrokken kunstwerken. **Type gemaal:** (a) vijzel (b) buisvijzel (c) scheprad (d) centrifugaalpomp (e) verticale schroefpomp (f) horizontale schroefpomp (g) bulbpomp. **Type vispassage:** (a) rinketten (b) sluisvispassage (c) glasaalgoot (d) vijzel met opvoerbak (e) vertical slot (f) visvriendelijk malen (g) visvriendelijk spuisluisbeheer. Gegevens zijn aangeleverd door de waterbeheerders.

Sluis/gemaal	beheerder	objectsoort				gemaal visveilig	achterland boezem	peilverschil (m)
		schutsluis	spuisluis/duiker	gemaal (type)	vispassage (type)			
Gemaal en sluis Kortenhoef	AGV	x		(b)		++	Kortenhoefse Plassen	0,8
Gemaal de Ruiter en Demmerikse Sluis	AGV	x		(d)		--	Vinkeveense Plassen	1,8
Schinkelsluis A'dam	AGV	x					Boezem Rijnland-noord	0,2
Muiden	AGV	x	x				Noordzeekanaal/ARK-boezem	0,2/0,0
Gemaal Aetsveldsepolder-oost	AGV			(d,e)		?	Aetsveldsepolder-oost	1,6
duiker Aagtendijk	HHNK		x				stedelijk gebied Beverwijk, Heemskerk	ca. 0,0
Gemaal Nauerna	HHNK			(a)	(b)	+	Polder Assendelft	1,15
Gemaal Kadoelen	HHNK			(a)	(b)	+	Waterlands boezem	1,15
Gemaal Overtoom en schutsluis	HHNK	x		(a)	(a,c)	+	Polder Westzaan, Schermerboezem-zuid	0,65
Gemaal De Waker	HHNK			(e)	(b)	+	Polder Oostzaan	1,05
Gemaal De Poel	HHNK			(d)		?	Waterlands boezem	1,4/1,2
Zaangemaal-sluiscapex	HHNK/PNH	x		(f)		+	Schermerboezem-zuid (vooral)	0,1
Willem I-sluizen	PNH	x			(a)		Waterlands boezem	1,15
Gemaal Houtrakpolder	Rijnland			(d)		--	Houtrakpolder	4,0
Gemaal Halfweg	Rijnland			(a/b)	(d)	+	Boezem Rijnland-noord	0,2
Gemaal en schutsluizen Spaarndam	Rijnland	x		(c)		+	Boezem Rijnland-noord	0,2
Gemaal Katwijk	Rijnland			(d)	(b)	++	Boezem Rijnland-zuid	getij
Oranjesluizen Schellingwoude	RWS WNN	x	x		(e)		Noordzeekanaal/ARK-Markermeer	0,2/0,0
Spuigemaal en zeeluisen IJmuiden	RWS WNN	x	x	(g)	(a,f)	--	Noordzeekanaal/ARK-boezem	getij
Sluiscapex Enkhuizen	RWS MN	x	x				Marker-/IJsselmeer	ca. 0,0
Sluiscapex Lelystad	RWS MN	x	x		(g)		Marker-/IJsselmeer	ca. 0,0

De uitgevoerde onderzoeken hebben veel gegevens opgeleverd die de basis vormen voor deze rapportage (Tabel 3). In deze tabel zijn de gemeten kengetallen voor intrek van glasaal en uittrek van schieraal weergegeven. Bij de intrek van glasaal is onderscheid gemaakt tussen 'passage efficiëntie' (deel van het aanbod dat er in slaagt om een vispassage of knooppunt te passeren) en 'verblijftijd' (gemiddelde tijdsduur tussen aankomst en vertrek bij een knooppunt). Bij de uittrek van schieraal is onderscheid gemaakt tussen attractie efficiëntie (deel van de in het directe achterland gemerkte schieralen dat aankomt bij een knooppunt); 'uittrek efficiëntie knooppunt' (deel van de bij het knooppunt aangekomen schieralen dat er in slaagt om een knooppunt te passeren); verblijftijd bij knooppunt (gemiddelde tijdsduur tussen aankomst en vertrek bij een knooppunt); en 'verdwijning na knooppunt' (deel van de schieralen dat een knooppunt weten te passeren en niet wordt geregistreerd aan de zeezijde van IJmuiden). Deze laatste categorie 'verdwijning na knooppunt' kan beïnvloed worden door diverse factoren: er kan sprake zijn van vertraagde sterfte na passage door een gemaal, van sterfte door vangst in visserij (legaal of stroperij), door natuurlijke predatie (al is het aantal predatoren dat volwassen vrouwelijke schieralen aan kan beperkt, bijvoorbeeld grote snoek, aalscholvers, zeehonden), langdurig zoekgedrag in het watersysteem tot einde studieduur (oriëntatie-probleem?), of tijdelijk stopzetten van migratie en settelend om later uittrek voort te zetten (in de Maas studies was dit 5-15%; Winter et al. 2006, -2007, Griffioen et al. 2019).

**Tabel 3** Samenvattende tabel op basis van de onderzoeken uitgevoerd in 2017-2018 (Griffioen et al. 2019b, Winter et al. 2019). Het verblijf voor glasaal is een gemiddeld verblijf voor een barrière in dagen. Voor elk van de categorieën geeft de kleuraanduiding een indicatie of deze relatief gunstig (groen), matig (oranje) of ongunstig (rood) is. Als (enigszins arbitraire) grenzen zijn < 25%; 25-75%; >75%, en voor glasaal (korter trekseizoen); <5 d, 5-10d; >10 d, voor schieraal (langer trekseizoen); <10d; 10-30d; >30d aangehouden. Dit is geen absolute duiding maar een eerste relatieve indicatie.

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek			
		Efficiëntie passage %	Verblijf-tijd (dagen)	Attractie efficiëntie knooppunt %	Passage efficiëntie knooppunt %	Verblijf-tijd knooppunt (dagen)	Verdwijning na knooppunt % (diverse oorzaken; vertraagde sterfte, visserij, oriëntatie etc.)
IJmuiden (RWS)	Gemaal+Spuisluis			26%	25-28%	<5d	>67%?
	Scheepssluisen			51%	71-73%	<5d	<25%?
	Complex totaal	64-98		77%	98%	<5d	10-40%?
Aagtendijk (HHNK)		?	?				
Nauema (HHNK)			15d				
Overtoom (HHNK)	Gemaal			68%	41%	~15d	14%
	Sluis			68%	24%	~15d	(~0%)
	Aalgoot	17%	4d				
	Complex totaal			68%	65%	~15d	9%
Zaan (HHNK)	Gemaal		11d	42-76%	42-48%	~5d	30%
	Sluis			42-76%	33-37%	~5d	14%
	Complex totaal			42-76%	79-81%	~5d	24%
de Waker (HHNK)	Vispassage	0,4->8	12d				
Kadoelen (HHNK)	Gemaal			54-72%	22-26%	~5d	20-25%
	Vispassage			1-2%	0%	~5d	
Willem-I (PNH)	Gr sluis		11d	54-64%	13-15%	~30d	(~100%)
	Rinketten sluis			11-17%	21-23%	~30d	
Spaarndam (HHR)	Gemaal			66-88%	3-5%	~15d	~0%
	Sluizen			66-88%	10-15%	~15d	40%
	Complex totaal		10d	66-88%	13-20%	~15d	33%
Houtrakpolder (HHR)	Gemaal		9d				
Halfweg (HHR)	Gemaal+vispassage	79%	4d	62-88%	50-61%	~10d	21%
Katwijk (HHR)	Gemaal		14d	100%	76%	~10d	<25%?
Aetseveldsepolder (AGV)	Gemaal		5d				
Kortenhoef (AGV)	Gemaal			40%	83%	~30d	60% (20% meer dan sluis)
	Sluis			<<40%	0%	~30d	40%
	Complex totaal			40%	83%	~30d	40-60%
Vinkeveen (AGV)	Gemaal de Ruiter			100%	0%	>30d	n.v.t. (sterke blokkade)
(7% uittrek plassen via Winkel?)	Demmerikse sluis			13%	0%	>30d	n.v.t. (sterke blokkade)
	Complex totaal			100%	0%	>30d	38% o.b.v. uitzet bov.str.
Oranjesluizen->MM (RWS)	Complex totaal		11d	27%	2% (motivatie?)	~10d	in MM tot 77% na 1 Dec?
MM->Oranjesluizen (RWS)	Complex totaal			14-50%	75%		(~33%)

*Opmerking: Voor sluis Kortenhoef is het percentage verdwijning na knooppunt gebaseerd op de groep schieralen die benedenstrooms van de sluis zijn uitgezet. Schattingen die op weinig data zijn gebaseerd, of waarvoor de onzekerheid van de data groot is, zijn met een ? weergegeven.*

---

#### 4.2.2 Noordzeekanaal, sluizencomplex IJmuiden (RWS)

##### **Glasaal**

Voor glasaal is er nauwelijks belemmering om het Noordzeekanaal op te zwemmen. In 2018 is geschat dat er 9,6 miljoen glasalen zijn aangekomen bij het sluiscomplex te IJmuiden. In omliggende jaren lopen de schattingen uiteen. In alle gevallen is het waarschijnlijk dat er jaarlijks enkele miljoenen glasalen het Noordzeekanaal opzwemmen om elders in het achterland op te groeien of op het Noordzeekanaal zelf.

Als een glasaal het Noordzeekanaal op wil zwemmen passeert deze relatief snel het sluiscomplex. De verblijftijd is in 2018 vastgesteld op gemiddeld 5,9 dagen. Echter, er zijn ook voorbeelden van uitspoeling en langere verblijftijden (23 dagen). Toch wordt aangenomen dat het complex weinig belemmering oplevert voor glasaal (Griffioen et al. 2019b). Hierbij lijken de hoge frequentie van schuttingen zowel overdag als 's nachts met grote volumes per schutting factoren van belang te zijn. Hiermee lijkt weinig reden om (aanvullende) maatregelen te treffen om de migratie te bevorderen. Toch zijn er wel verbeterpunten bij het spui/gemaal.

Uit het onderzoek in 2018 is vastgesteld dat bij het spui/gemaal een lichte vorm van ophoping van glasaal is in tegenstelling tot bij de zeesluizen. Mogelijk door een lokstroom van het spui/gemaal en beperkte migratie mogelijkheden. Of glasaal bij barrières langs de kust op grotere schaal (tussen complexen) zoekt om het zoete water bereiken na een niet succesvolle poging elders, is nauwelijks bekend. Een eerste aanwijzing hiervoor is wellicht een resultaat in 2019 waarbij een gemerkte glasaal van Katwijk naar IJmuiden is gezwommen (al dan niet met behulp van getijdestroming) om bij IJmuiden binnen te trekken. Op welke schaal dergelijke migratie gebeurt is niet bekend. Op kleinere schaal (complexniveau) is in 2019 bij zowel Den Oever als bij Lauwersoog gebleken dat glasalen migreren (en dus zoeken naar migratiemogelijkheden?) tussen spuisluizen en schutsluizen (ongepubliceerde resultaten WMR). Mogelijk is dit een gevolg van 'wegspoeling' door het spuien. Beide locaties zijn wat betreft omvang op zijn minst vergelijkbaar met IJmuiden. Om deze reden is het waarschijnlijk dat ook bij het spui/gemaal van IJmuiden glasalen uiteindelijk opduiken op locaties (schutsluizen) waar betere migratiemogelijkheden zijn.

Ophoping van glasaal voor het spui/gemaal zou kunnen worden verminderd door de passage-mogelijkheden van het spui/gemaal te vergroten voor glasaal, of door de isolatie van het Buitenspuikanaal ten opzichte van het Noorderbuitentoeleidingskanaal te verminderen, waardoor glasaal makkelijker kan uitwijken naar de zeesluizen. Alhoewel de ophoping van glasaal voor het spui/gemaal zorgt voor enig oponthoud, lijkt het niet direct problematisch te zijn voor de intrekende glasalen. Nader onderzoek naar het optreden van predatie van glasaal bij het spui/maalcomplex IJmuiden is echter wenselijk vanwege het ontbreken van kennis over predatierisico's op dit soort locaties.

Eenmaal op het Noordzeekanaal kunnen glasalen op zoek naar diverse opgroeigebieden in of langs het Noordzeekanaal (polders en boezems), ze zwemmen naar het Markermeer of verder het Amsterdam-Rijnkanaal op. In 2018 is berekend dat minstens 10% van het totale aanbod zich verdeelt over de locaties Aagtendijk, gemaal Spaarndam, gemaal Houtrakpolder, gemaal Nauerna, gemaal Halfweg, gemaal Overtoom, Wilhelminasluis, gemaal De Waker, Willem I-sluiz, vispassage-zuid Schellingwoude en gemaal Aetsveldsepolder-Oost. Een deel van de glasaal zal op het Noordzeekanaal zelf blijven om op te groeien. Dat de migratiedrang richting polder/boezem aanwezig blijft, wordt aangetoond door vangsten van 1+ aal (elvers/pootaal) in bijvoorbeeld vispassages, glasaaldetectoren en op kruisnetten van vrijwilligers als het water warmer wordt in het voorjaar. Ook langs de kust is dit het geval.

##### **Schieraal**

Voor schieraal is het sluizen-complex bij IJmuiden zeer goed passeerbaar en 98% van de gezenderde schieralen die aankomen bij het complex slagen er in te passeren naar de zeezijde. 42% van de schieralen trok via de Noordersluis naar zee, en dit was daarmee de belangrijkste uitrekroute. 40% trok via het Spui-aanvoerkanaal naar zee; onderverdeeld in 26-28% via het gemaal en 12-14% via de spuisluis (van 3 schieralen kon niet worden vastgesteld of deze via de spuisluis of via het gemaal naar zee waren getrokken). 12% is via de 3 kleinere sluizen (Midden-, Zuider- en Kleine Sluis) naar zee getrokken.



Op basis van deze verdeling over de verschillende routes kunnen we een schatting maken van het schadepercentage van passage via het gemaal bij IJmuiden op de totale aantallen schieralen die daar naar buiten trekken. Netonderzoeken uit de periode 2007-2009 achter het gemaal gaven aan dat minimaal 42% van de passerende schieralen dodelijk gewond raakte, met indicaties op een hoger schadepercentage door vertraagde sterfte (samengevat in Winter, 2011). Van de schieralen die vanuit IJmuiden naar zee zijn getrokken zijn er 11 in België gedetecteerd. 1 van deze schieralen is zeker via het gemaal naar buiten getrokken, 1 is via het gemaal of via de spuisluis getrokken (voor 3 schieralen kon niet worden onderscheiden of deze via de spuisluis of gemaal naar buiten zijn getrokken waarvan er 1 ook in België is gedetecteerd) en 9 zijn via één van de schutsluizen naar buiten getrokken. Dit geeft voor de groep die via het gemaal naar buiten is getrokken (32-35 schieralen, waarvan 1-2 ook in België zijn gedetecteerd, met en zonder de 3 'onbekende route' schieralen) een in België gedetecteerde fractie die varieert van minimaal 0,029 (1 op 34, het scenario met de kleinste fractie waarbij van de 3 'onbekende route' alen de 2 niet in België gedetecteerde alen via het gemaal zijn uitgetrokken en de in België gedetecteerde aal via de spuisluis) tot maximaal 0,061 (2 op 33, het scenario met de grootste fractie waarbij van de 3 'onbekende route' alen de 2 niet in België gedetecteerde alen via de spuisluis zijn uitgetrokken en de in België gedetecteerde aal via het gemaal). Voor de groep die via de spui- en schutsluizen naar zee is getrokken bij IJmuiden (90-93 schieralen), waarvan er 9-10 ook in België zijn gedetecteerd geeft dit een gedetecteerde fractie van minimaal 0,098 (9 op 92, het scenario met de kleinste fractie waarbij van de 3 'onbekende route' alen de 2 niet in België gedetecteerde alen via de spuisluis zijn uitgetrokken en de in België gedetecteerde aal via het gemaal) tot maximaal 0,110 (10 op 91, het scenario met de grootste fractie waarbij van de 3 'onbekende route' alen de 2 niet in België gedetecteerde alen via het gemaal zijn uitgetrokken en de in België gedetecteerde aal via de spuisluis). Om te testen of de fractie in België gedetecteerde alen verschilt tussen de groep alen die via het gemaal IJmuiden is uitgetrokken ten opzichte van de groep die via de sluizen (schut- of spuisluis) is uitgetrokken is de Fisher's Exact Test gebruikt. Hierbij hebben we twee scenario's getest: 1) kleinste fractie van de gemaal-groep in België gedetecteerd (gemaal-groep: 1 wel gedetecteerd in België, 33 niet; sluizen-groep: 10 wel, 81 niet) en 2) grootste fractie van de gemaal-groep in België gedetecteerd (gemaal-groep: 2 wel gedetecteerd in België, 31 niet; sluizen-groep: 9 wel, 83 niet). Beide scenario's waren niet significant met  $p < 0,05$  (Fisher's Exact Test; scenario 1:  $p = 0,2862$ , scenario 2:  $p = 0,7261$ ). De totale aantallen schieralen waarvoor deze fracties zijn gevonden in de huidige studie, zijn te gering om significant te zijn. Zo is bijvoorbeeld voor de gevonden fractie in scenario 1 het resultaat pas significant als dit met het dubbele aantal schieralen (250 i.p.v. 125) was gevonden (dan zou  $p = 0,0471$  zijn gevonden).

De in België gedetecteerde fracties van de IJmuiden gemaal-groep zijn 38-73% (in scenario 1 en 2, gemiddeld 56%) lager dan van de IJmuiden sluizen-groep (ook deze zijn met de huidige aantallen niet significant). Dit komt goed overeen met een verwachte extra sterfte van minimaal 42% door passage via het gemaal, die hoger is door additionele vertraagde sterfte, en tot maximaal 96% zou kunnen bedragen (Winter 2011). Bovendien moeten de schieralen nog 150-200 km zwemmen naar de Belgische kustzone. Als we uitgaan van een minimale sterfte van 42% en een fractie van 0,26-0,28 (32-35 van de 125 schieralen) van alle schieralen die via het sluizencomplex bij IJmuiden naar zee trekken via het gemaal zijn gegaan, dan komt dat neer op een 'overall' sterfte van minimaal 10,8-11,8%. Als we uitgaan van een schade percentage van 96% (maximale totale sterfte percentage via gemaal, 'worst case scenario') dan komen we op 24,6-26,9% verlies van de uittrekkende schieraal populatie ten gevolge van het gemaal. Als we uitgaan van een schade percentage van 56% (gemiddelde zoals afgeleid uit detecties in België, wat goed overeenkomt met minimaal 43% plus nog vertraagde sterfte) dan komen we uit op 14,3-15,7% verlies van de uittrekkende schieraal populatie ten gevolge van het gemaal. Uitgaande van een overall sterftepercentage van 15% ten gevolge van het gemaal, wordt het hoge uittreksucces bij IJmuiden van 98% zoals gevonden in de telemetriestudie van 2017 gereduceerd naar een effectieve uitrek van 83%.

Uit eerder onderzoek is geschat dat gemaal IJmuiden zorgt voor een overall sterftepercentage van 1,5-2,9% van de bij IJmuiden uittrekkende schieraalpopulatie gebaseerd op onderzoeksgegevens uit 2007-2010 (Winter 2011). Dit is beduidend lager dan de schatting uit het recente 2017-2018 zenderonderzoek. De eerste verklaring voor dit verschil is dat in de schattings-benadering uit Winter (2011) is uitgegaan dat van de schieralen die als eerste bij het gemaal aankomen vervolgens een deel uiteindelijk via de sluizen naar zee zijn getrokken, zoals in eerder onderzoek voor 2011 was

---

waargenomen. Echter, uit het zenderonderzoek 2017-2018 bleek dat er ook een herverdeling van alen die als eerste bij een sluis aankomen naar het gemaal plaatsvindt (Winter et al. 2019). Dit is niet meegenomen in de benadering van Winter (2011) waardoor de fractie die via het gemaal is uitgetrokken in deze benadering is onderschat. Verder zijn de schattingen voor 2007-2010 gebaseerd op relatief weinig netvangsten ('steekproeven') per seizoen achter gemaal en spuisluis, welke zijn opgewerkt via totale debieten per trekseizoen. De representativiteit van deze metingen is relatief laag en bij de schattingen zijn uitkomsten uit verschillende onderzoeken indirect aan elkaar gekoppeld. De onzekerheid in deze schattingen zal groter zijn dan voor de uitkomsten van de schattingen op basis van directe metingen binnen het zenderonderzoek in 2017-2018. Bovendien zal het deel dat via het gemaal naar buiten trekt verschillen van jaar tot jaar, afhankelijk van de afvoerdeling en -hoeveelheden gedurende het uittrekseizoen. Tijdens het onderzoek in 2007 en 2008, waarop de schattingen in Winter (2011) gebaseerd zijn, was de spui/maalverhouding in beide jaren gemiddeld 1:1,6 (M. van Wieringen RWS, pers. com.). In de periode okt-dec 2017 is gemiddeld meer gemalen, en was deze verhouding 1:4,1. Hierdoor was er in 2017 relatief minder gelegenheid te migreren via de spui en tegelijkertijd meer gelegenheid via het gemaal. Met de prognose voor klimaatverandering en zeespiegelrijzing zal deze verhouding overigens steeds ongunstiger worden in de toekomst en daarmee de schade voor schieraal die via IJmuiden uittrekt ook toenemen. Bij dit schadelijke gemaal is vervanging van de huidige pompen door visveilige pompen de beste oplossing. Viswerende/geleidende maatregelen onderzocht in Winter 2011, zijn bij het ontbreken van alternatieve uittrekroutes, onvoldoende effectief. In de huidige situatie zorgt een geringe kanaalwaartse inlaat van zeewater aan het einde van de spui voor het wegleiden van schieralen van het gemaal richting de spuisluisen. Handhaving van deze gunstige situatie waarmee sterfte van schieraal door het gemaal wordt verminderd verdient aanbeveling.

Het zeesluizen/spui/maalcomplex in IJmuiden is goed passeerbaar voor schieraal (98% uittreksucces), waarbij zeer weinig gebruik wordt gemaakt van passage via de rinketten in de Kleine Sluis. Het passagebeheer met rinketten in de Kleine Sluis voegt dan ook weinig toe voor de uittrekkende schieraal.

De in de toekomst voorziene gedeeltelijke afdekking van het bovenste deel van de waterkolom in het toevoerkanaal naar de spuisluis en gemaal bij IJmuiden lijkt gezien het gedrag van de schieralen, die de gehele waterkolom benutten en in korte tijd veel op en neer zwemmen, geen belemmering voor de uittrek te gaan spelen. Mogelijk risico van de zoutwering is dat het zoekgedrag van schieraal vanuit het Binnenspuikanaal richting de zeesluizen tijdens malen verhinderd wordt als ze eenmaal de zoutwering gepasseerd zijn, met het risico dat een deel van de dieren toch kiest voor passage via het gemaal.

### **Beheeradviezen**

Uit het onderzoek in 2018 is vastgesteld dat bij het spui/gemaal een lichte vorm van ophoping van glasaal is in tegenstelling tot bij de zeesluizen. Mogelijk door een lokstroom van het spui/gemaal en beperkte migratie mogelijkheden. Om de migratie in de Buitenhaven nog verder te optimaliseren werd daarom aanbevolen om maatregelen te overwegen die ophoping van glasaal, en het daarmee samenhangende predatie risico, voor het spui/gemaal tegen te gaan. Dit zou kunnen door passagemogelijkheden van het spui/gemaal te vergroten voor glasaal, of door de isolatie van het Buitenspuikanaal ten opzichte van het Noorderbuitentoeleidingskanaal te verminderen, waardoor glasaal makkelijker kan uitwijken naar de zeesluizen. Gezien de relatief geringe gemiddelde verblijftijden lijkt het vooralsnog niet nodig om met beheermaatregelen de lichte ophoping van glasaal bij het spui/gemaal te verminderen.

Gezien het feit dat uittreksucces voor schieralen 98% is, en ook voor andere vis waarschijnlijk weinig beperkend zal zijn, kan een rinkettenbeheer voor de uittrek van vis achterwege gelaten worden. Ook de intrek van glasaal is weinig belemmerd, maar of dit ook voor andere vis geldt is nog de vraag. Voor de rinketregeling van de Kleine Sluis voor de passage van trekvis, lijkt het daarom verstandig ('no-regret') om de optimalisering ervan te richten op een jaarrond intrek van vis. Behalve glasaal en driedoornige stekelbaars kan daarvan ook jonge rode aal profiteren en kleine estuariene soorten, zoals bot, haring, zeenaald en grondels.

Bij de aanstaande vervanging van een aantal pompen van gemaal IJmuiden is het sterk aan te bevelen om deze nieuwe pompen visveilig uit te voeren. Dit ook met het oog op de toekomst: door de veranderende verhouding tussen spuien en malen vanwege zeespiegelstijging, zal een steeds groter

---

deel van de schieraal via het gemaal gaan uittrekken en minder via het spuicomplex. Vooralsnog zou de lichte zoutlek bij het spuicomplex gehandhaafd moeten blijven. Hierdoor wordt een deel van de uittrekkende schieraal mogelijk weg geleid van het gemaal en trekken uit via de spui.

**Samenvattend:**

- Pompen van het gemaal vervangen door visveilige pompen (belangrijk).
- Kleine Sluis IJmuiden: optimalisering rinkettenbeheer richten op jaarrond intrek van vis en uittrek-scenario achterwege te laten.
- Kennis vergaren over predatierisico glasaal voor spui/maalcomplex IJmuiden.
- Handhaven zoutlek bij spuicomplex.

#### 4.2.3 Aagtendijk (HHNK)

**Glasaal**

Binnen het glasaalonderzoek in 2018 bij Aagtendijk (kop van Zijkanaal A) zijn ruim 3000 glasalen gevangen (met name door de vrijwilligers met kruisnet en schepnet). Hoewel de locatie middels een duikersysteem een open verbinding kent met het achterland twijfelen de vrijwilligers of deze verbinding ook gebruikt wordt door de glasaal. Aanhakend op ideeën van HHNK om het achtergelegen Liniekanaal te ontsluiten voor trekvis, werd een glasaaldetector geplaatst ter hoogte van de inlaat Aagtendijk-Liniekanaal. Vanwege de enigszins afgelegen ligging waren er problemen met de stroomvoorziening voor de installatie, waardoor het onderzoek op deze locatie relatief laat is gestart. De vangsten vielen tegen en de verkregen data was niet voldoende om een aanbodschatting voor Aagtendijk te maken. Dit was ook niet goed mogelijk doordat de glasaalcollector aan de boezemzijde was opgesteld. De vangst in de glasaalcollector was minimaal, maar of dit wijst op weinig intrekende glasaal vanuit Zijkanaal A is onzeker, omdat de effectiviteit van de collector binnendijks onbekend is.

**Schieraal**

Er is geen schieraal onderzoek uitgevoerd naar de uittrek via Aagtendijk.

**Beheeradviezen**

Op basis van de huidige gegevens zijn nog geen beheeradviezen te geven.

**Samenvattend:**

- Ruim 3000 glasalen gevangen binnen het onderzoek aan de Noordzeekanaal-zijde, maar te weinig in de glasaalcollector om een aanbodschatting te maken, of om vast te stellen hoe de intrek er verloopt.

#### 4.2.4 Nauerna (HHNK)

**Glasaal**

Het glasaalonderzoek in 2018 leverde een geschat aanbod van 15.000 glasaal op. De gemiddelde verblijftijd van de glasalen bij gemaal Nauerna is relatief hoog (15 dagen). Ten tijde van het onderzoek in 2018 was nog geen vispassage aanwezig, deze is in april 2019 gerealiseerd, waarmee met goed functioneren de verblijftijd lager zal worden.

**Schieraal**

Er is geen schieraal onderzoek uitgevoerd naar de uittrek bij gemaal Nauerna.

**Beheeradviezen**

Onderzoek naar intrek glasaal via de nieuwe vispassage. Deze locatie zou ook voor schieraal onderzocht kunnen worden op uittrekmogelijkheden.

**Samenvattend:**

- Glasaalaanbod is relatief laag, maar de verblijftijd relatief hoog. Onderzoek uitvoeren naar de intrek van glasaal via de nieuwe vispassage en eventueel ook naar schieraal uittrek vanuit deze polder en het effect van gemaal Nauerna hier op.

---

#### 4.2.5 Polder Westzaan (HHNK)

##### **Glasaal**

Glasalen kunnen de polder Westzaan via de aalgoot van gemaal Overtoom binnenkomen óf via de nabijgelegen schutsluis. Bij gemaal Overtoom is geschat dat in 2018 circa 49.000 glasalen zijn aangekomen. De passage efficiëntie van de aalgoot is vastgesteld op circa 17% met een relatief korte verblijftijd van gemiddeld 4,4 dagen. Dit zou erop duiden dat de attractie van het gemaal wel aanwezig is, de glasalen vinden de locatie immers in behoorlijke aantallen, maar dat ze ook weer snel wegtrekken. In de nabijheid lozen twee kleine gemalen, gemaal Westzanerpolder en gemaal Zaandammerpolder. Mogelijk is de attractie daarvan vrij hoog omdat ze jaarrond regelmatig lozen (kwel). De afvoer van Overtoom neemt richting zomer steeds verder af door toenemende verdamping. Het gemaal slaat dan alleen nog aan na flinke regenval. In de kruisnet-monitoring door vrijwilligers bij Overtoom in 2014 waren relatief hoge dichtheden aan glasaal te zien t.o.v. andere locaties. Na aanleg van de aalgoot zijn de glasaaldichtheden bij Overtoom t.o.v. andere locaties relatief lager geworden. Dit zou verklaard kunnen worden door betere intrekmogelijkheden en kortere verblijftijden bij Overtoom in de huidige situatie versus daarvoor, waarbij opgemerkt moet worden dat de huidige efficiëntie van de vispassage relatief gering is.

##### **Schieraal**

Bij het gemaal Overtoom lijken er na passage weinig verliezen als schieraal het complex passeert. Ten opzichte van het gemaal is een iets kleiner deel van de passerende aal via de naastgelegen sluis de polder uitgetrokken. De passage regeling in de sluis is echter gevoelig voor storingen. De combinatie gemaal/sluis geeft een acceptabele uittrek. De passage efficiëntie en attractie zouden nog wel verbeterd moeten worden. Met name de werking van de sluis zou stabielere moeten worden. Schieraal kan ook via alternatieve routes, twee andere gemalen of verschillende sluisjes de Zaan bereiken, zoals voor tenminste twee gezenderde schieralen is aangetoond (Winter et al. 2019).

##### **Beheeradviezen**

Voor glasaal is een verbeterslag haalbaar. De polder heeft in totaal drie gemalen. Aanbevolen wordt om zo veel mogelijk met gemaal Overtoom te malen waardoor de attractie van het gemaal wordt verbeterd en de passage beter zijn werk kan doen. Hiervoor moet de passage wel efficiënter worden gemaakt. De (experimentele) glasaalgoot wordt in 2020 vervangen door een kleine sluisvispassage die minder snel vervuult en waardoor ook andere soorten het gebied in kunnen migreren. Dan wordt aanbevolen om de efficiëntie voor glasaal opnieuw te onderzoeken (soortgelijke vispassage bij De Waker werkt bijvoorbeeld ook nog niet optimaal, een meer continue lokstroom zoals bij de vispassage in Halfweg blijkt in ieder geval goed te werken). De attractie kan 's nachts worden vergroot door met weinig capaciteit te malen en de daarmee samenhangende vindbaarheid (en effectiviteit) van de aalgoot te vergroten. Tijdens de piek van de glasaalmigratie zouden het Westzanergemaal en het Zaandammergemaal m.n. overdag moeten malen in plaats van tijdens de donkere uren.

De schieraaluittrek kan worden verbeterd via de sluis met loze schutten in de eerste helft van de nacht en/of door het rinkettenbeheer stabielere (en dus regelmatigere) te laten werken.

##### **Samenvattend:**

- Het maalbeheer bij Overtoom en de kleinere gemalen in het zijkanaal op elkaar afstemmen om de attractie van glasaal door gemaal Overtoom te vergroten.
- De werking van de (glasaal-)vispassage te optimaliseren door aanpassing van de huidige situatie of vervanging door ander type.
- In de Overtoomssluis voor uittrek van schieraal, het rinketbeheer stabielere laten werken. Het uitvoeren van loze nachtelijke schutten is aan te bevelen, maar niet haalbaar op een handbediende sluis.
- Onderzoeken van de effectiviteit van bovengenoemde aanpassingen en beheer.

---

#### 4.2.6 Zaancomplex/Schermerboezem (HHNK)

##### **Glasaal**

Het beheergebied van het Hollands Noorderkwartier is verdeeld over vier boezemgebieden, waarvan de Schermerboezem het grootste boezemgebied is. De Schermerboezem watert in het noorden via gemaal Helsdeur af en in het zuiden via het Zaangemaal. In 2018 is ook aan de kant van het Markermeer bij Schardam een gemaal in gebruik genomen en er worden voorbereidingen getroffen voor de bouw van een gemaal in Monnickendam aan de Purmer Ee. Beide nieuwe gemalen zijn/worden voorzien van visveilige pompen en een vispassage. Via de Wilhelminasluis en de Schermersluis (Nauerna) kan glasaal vanaf het NZK het gebied binnenkomen. In theorie kunnen glasalen ook via sluizen tussen omliggende polders zoals de Westzaan-polder en boezem-systemen de Schermerboezem intrekken, maar of dit in de praktijk voorkomt is zeer onwaarschijnlijk (Figuur 4-3), hooguit in zeer kleine aantallen. Uit onderzoek blijkt dat een enkele schieraal deze route neemt om polder Westzaan te verlaten, om in de Schermerboezem terecht te komen en uiteindelijk via het Zaangemaal/sluis het gebied te verlaten (Winter et al. 2019).

##### *De Wilhelminasluis en Zaangemaal*

De belangrijkste intreklocatie aan de zuidelijke kant van de Schermerboezem is via het complex Zaangemaal/Wilhelminasluis (Figuur 4-3). In 2018 hebben zich hier naar schatting circa 19.000 glasalen aangeboden, waarvan een deel ook elders is opgedoken bijvoorbeeld bij Halfweg of de Oranjesluizen op basis van een merk terugvangst experiment (Griffioen et al. 2019b). Een deel van de glasaal zal vanaf locaties met ophoping zich ook weer herverdelen.

De openingstijden van de sluis zijn van 's ochtends 6:00 uur tot uiterlijk 22:00 uur op doordeweekse dagen in de weekenden tot uiterlijk 20:00 uur. Dit betekent dat er gedurende de nacht geen migratiemogelijkheden worden geboden via schutten en dat de glasalen via lekwater<sup>13</sup> zullen moeten migreren. Vanwege het beperkte peilverschil tussen het NZK en de Schermerboezem (ca. 10 cm) is het lekdebiet en de kracht van de stroming beperkt. Gedurende de bedieningsuren zouden ze via schutten richting de boezem kunnen migreren. Alleen, overdag zullen de meeste glasalen niet of nauwelijks migreren omdat glasaal hoofdzakelijk in de avond en nacht actief is. Mogelijk zijn beperkte migratie mogelijkheden de oorzaak van de relatief lange verblijftijd voor het complex (gemiddeld 10,7 dagen), in combinatie met het onregelmatige debiet van het gemaal. Eén exemplaar is zelfs 91 dagen na uitzet nog teruggevangen. Ook de omvang van het waterfront in Zaandam mag niet onderschat worden. Die is heel anders dan de trechter bij Zijkanaal F/gemaal Halfweg, waardoor er wellicht meer en uitgebreider zoekgedrag plaatsvindt.

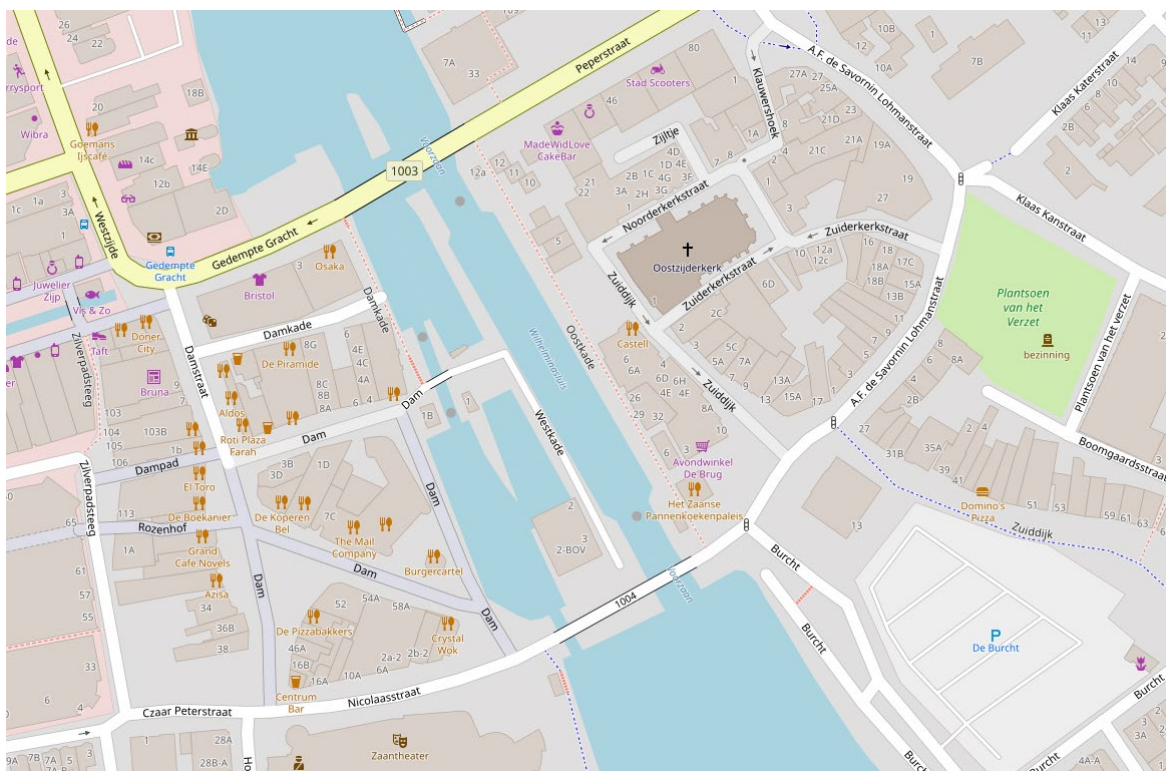
Door het lagere waterpeil aan de boezemzijde is de waterstroom bij de sluis altijd richting de boezem gericht en creëert geen lokstroom. Glasalen kunnen bij de sluis alleen, al dan niet toevallig, via de rinketten naar binnen met de stroom mee de sluis in tijdens het nivelleren van de kolk of als de deuren in zijn geheel opengaan. En dat alleen tijdens de bedieningsuren.

Dat glasaal wel bij het complex terecht komt is waarschijnlijk het gevolg van de lokstroom door het gemaal. Doordat de lokstroom tijdens het malen wél richting het Noordzeekanaal is gericht, maar er hier geen directe migratie mogelijkheden zijn, lijkt deze locatie een grote barrière voor intrekende glasaal die eigenlijk op een doodlopend spoor terecht komen.

Zowel de sluis als het gemaal bieden in de huidige situatie nauwelijks tot geen migratie mogelijkheden voor glasaal. In 2019 is een migratievoorziening gepland via rinketten vergelijkbaar zoals bij de Willem I-sluis. Of dit ook een effectieve manier is om glasaal in te laten valt te betwijfelen. Er kan namelijk via de sluizen geen lokstroom worden gecreëerd richting het Noordzeekanaal door het peilverschil. Om deze reden is het aan te bevelen om een glasaalgoot of een andere aparte voorziening met een lokstroom voor glasaal nabij het gemaal te plaatsen. Dit wil niet zeggen dat deze rinketbediening voor schubvis geen oplossing zou kunnen zijn. Dit is niet onderzocht.

---

<sup>13</sup>Dit lekwater is richting de boezem. Toevallig voorbij zwemmende glasaal kan mogelijk met de stroom mee naar binnen worden gezogen. Glasaal wordt niet aangetrokken door een lekstroom zoals dit bij getijde barrières wel het geval is (afhankelijk van het getij).



**Figuur 4-2** De Wilhelminasluis met daarnaast het Zaangemaal (en daarnaast de 'grote sluis' aan de west kant van het complex, deze sluis heeft een beperkte functie voor pleziervaart). Voor glasaal biedt de Wilhelminasluis toegang tot de Schermerboezem. Schieraal kan zowel via het gemaal als via de sluis de Schermerboezem verlaten.



**Figuur 4-3** Polder Westzaan en de verbinding met de Schermerboezem

### Schieraal

Schieraal die via het complex van het Zaangemaal wil uittrekken lijkt met relatief hoge slagingskans (81%) en een relatief hoog vervolgsucces naar zee (76%) het complex te verlaten (al zijn er 2 schieralen, 1 via de sluis en 1 via het gemaal, die (gebaseerd op de sequentie van detecties) dood zijn gegaan direct na passage). Echter, een knelpunt is de attractie en de passage efficiëntie. Deze zouden verbeterd kunnen worden door loze schuttingen in de eerste helft van de nacht zeker nadat het Zaangemaal overdag heeft gemalen. Bij de renovatie van de sluis wordt voorzien in rinketbediening ten behoeve van vismigratie.

### Beheeradviezen

In eerste instantie wordt aanbevolen om een vispassage aan te leggen nabij het gemaal (in verband met lokstroom). Hiervoor is wellicht ruimte aan de westzijde van het gemaal, maar dit is technisch een



---

flinke uitdaging. Migratie bevorderende maatregelen met rinketten beheer lijkt voor de intrek onvoldoende effectief voor glasaal. Ondermeer omdat er geen goede lokstroom kan worden gecreëerd door het verval richting de boezem. Indien er voor wordt gekozen een migratie voorziening te realiseren middels automatisering van de rinketten is het voor glasaal sterk aan te raden de glasaal éérst direct vóór de rinketten te lokken. Een oplossing zou kunnen zijn om een lokstroom te creëren door een aanvullende uitstroom van een pomp voor de deuren van de sluis nabij de rinketten. Tijdens het onderzoek in 2018 is gebleken dat met een relatief kleine lokstroom van de glasaaldetector glasaal wordt aangetrokken. Dit kan, indien praktisch haalbaar, met een kleine pomp die water uit de boezem voor de rinketten pompt. Hoe snel en op welke schaal glasaal hierop reageert, zal moeten worden onderzocht. Met name als de rinketten dieper zitten en het zoetere water meer aan de oppervlakte zou dit voor glasaal minder effectief kunnen zijn, gelet op de ervaringen bij de vispassage bij gemaal De Waker. Zodra glasaal in voldoende mate zich voor de rinketten heeft verzameld kan de rinket worden opengezet en moet de lokstroom uit. Op die manier worden de glasalen met het watervolume in de kolk gezogen. Vervolgens zit de glasaal in de kolk en is het zaak deze in de kolk te houden om ze door te laten zwemmen als de boezemzijde wordt opengezet. Om de kansen hierop te vergroten is het aan te raden (of in ieder geval te testen) om de deuren van de sluis aan de boezemzijde open te zetten (en voldoende lang open te houden) in plaats van alleen de rinketten aan de boezemzijde. Aanvullend, of als alternatief kan een paar keer per nacht een loze schutting plaatsvinden. Door het dichtheidsverschil tussen het brakke NZK-water en het relatief zoete boezemwater komt er een uitwisselingsstroom op gang, die glasaal de sluis in zou kunnen lokken en vervolgens schut naar de boezem. De mate van deze uitwisselingsstroom en het ermee gepaard gaande zoutbezwaar zal dan nader moeten worden onderzocht.

Voor schieraal lijkt het Zaangemaal/sluis op complexniveau relatief goed passeerbaar met een efficiëntie van 79-81%. Waarbij schieralen die via het gemaal uittrekken een iets hogere vervolg-verdwijning hebben (30%) in vergelijking met die van de sluis (14%). Dit zou erop kunnen duiden dat het gemaal niet geheel visveilig is. Vervanging van de pompen door visveilige exemplaren kan dit verhelpen, maar is zeer kostbaar. Een alternatief zou het aanpassen van de bestaande waaiers kunnen zijn.

#### **Samenvattend:**

- Voor glasaal intrek is het aan te bevelen om een glasaalgoot bij het Zaangemaal te plaatsen (dit kan wellicht aan de westzijde van het gemaal), of een integrale vispassage. De ruimte is echter beperkt in deze stedelijke omgeving.
- Indien dit niet mogelijk is, kan voor glasaal en andere trekvis de intrek worden geoptimaliseerd via de Wilhelminasluis door goede afstemming met inzet van het Zaangemaal en door toepassing van een lokstroompomp voor een van de rinketten of als alternatief kunnen voor glasaal 's nachts loze schuttingen worden uitgevoerd.
- Tijdens uittrek van schieraal is de aanbeveling om 's nachts loze schuttingen uit te voeren.
- Indien voor schieraal migratie de Wilhelminasluis een goed alternatief biedt middels toevoeging van loze schuttingen, evt. overgaan op viswering voor het Zaangemaal met geleiding richting de sluis.
- Sterfte door het Zaangemaal lijkt relatief gering, maar het verdient aanbeveling om bij renovatie van de pompen deze te vervangen door visveilige exemplaren. Eventueel kan worden gekeken of de bestaande waaiers kunnen worden aangepast.

#### **4.2.7 Polder Oostzaan (HHNK)**

##### **Glasaal**

Voor de polder Oostzaan zijn de intrekmogelijkheden van glasaal zeer beperkt. De belangrijkste locatie waar glasaal kan intrekken is bij gemaal de Waker (+ vispassage). Het aanbod van glasaal bij gemaal de Waker in 2018 is geschat op 19.000 glasalen. De effectiviteit van de vispassage bij gemaal de Waker is voor glasaal ingeschat op 8%. Dit is na het uitvoeren van een aanpassing bij de ingang van de vispassage. Vermoed wordt dat de diepere ligging van de inzwemopening van de vispassage voor glasaal slecht vindbaar is. Aan de boezemzijde van het gemaal is de uitwisseling met de Waterlandsboezem beperkt tot een kleine schutsluis voor pleziervaart (Luijendijksluis).

Een flinke verbeteringslag zou zijn om de functionaliteit van de vispassage bij Gemaal de Waker te verhogen voor glasaal.

---

## Schieraal

Er is geen schieraalonderzoek uitgevoerd in polder Oostzaan. Uit eerder onderzoek is gebleken dat het gemaal relatief visveilig is.

## Beheeradviezen

Aanbevolen wordt om te onderzoeken hoe de functionaliteit van de vispassage bij Gemaal de Waker verder kan worden verbeterd.

## Samenvattend:

- Verbeteren functioneren vispassage De Waker voor de intrek van glasaal.
- Onderzoek naar de uittrek van schieraal (met name attractie-efficiëntie, en passage efficiëntie) bij gemaal de Waker.

### 4.2.8 Waterlands boezem (HHNK)

## Glasaal

De Waterlands boezem lijkt redelijk afgesloten voor de intrek van glasaal. Er zijn drie locaties waar glasaal kan intrekken: Willem I-sluis, gemaal Kadoelen (+ vispassage) en gemaal de Poel. Het aanbod van glasaal is laag zowel bij Willem I als Kadoelen (vrijwilligers monitoring). Het aanbod in 2018 bij de Willem I-sluis was zeer beperkt (100-en). Bij gemaal Kadoelen en gemaal de Poel is het aanbod niet vastgesteld binnen dit onderzoek.

. Op basis van kruisnetbemonstering is het aanbod bij Kadoelen laag (Goverse 2018). Dit kan het gevolg zijn van een goed werkende vispassage die ervoor zorgt dat de dichtheid laag is. De effectiviteit van de vispassage bij Kadoelen voor glasaal is niet bekend. Echter, op basis van de resultaten bij de vispassage bij gemaal de Waker welke een vergelijkbare constructie heeft, en de waarneming van zoekgedrag naar de ingang van de passage (pers. med. Rik Beentjes, HHNK) zouden in analogie ook hier de intrek mogelijkheden beperkt kunnen zijn. De migratievoorziening bij Willem I heeft voor glasaal geen effect. De lokstromen door het gebruik van de grote kolk zijn beperkt, alleen overdag en alleen richting de achterliggende boezem. Daardoor hebben deze een weinig attractieve werking op glasaal. De migratievoorziening in de kleine kolk werkt wel in de avond en nacht maar is erg storingsgevoelig gebleken.

Het doen van loze schuttingen in de eerste helft van de nacht kan effect hebben als hierdoor een lokstroom wordt opgewekt door het dichtheidsverschil van het water aan weerszijden van de kolk. Nader onderzoek hiernaar wordt aanbevolen.

## Schieraal

De Willem I-sluizen en gemaal Kadoelen lijken een blokkerend effect op de uittrek van schieraal te hebben. Er worden voldoende schieralen waargenomen die naar de uittrekpunten bij Kadoelen en Willem I-sluis trekken, maar het uittrekpercentage is erg laag. De vispassage Kadoelen heeft een regeling waarbij de passage zo attractief mogelijk gemaakt wordt op dat deel van de dag waarin trek van schieraal plaatsvindt. De passage maakt gebruik van een lekstroom vanuit het Noordzeekanaal. Deze bleek onvoldoende in staat om de alen te verleiden de passage in te zwemmen. Tijdens (ongepubliceerd) onderzoek in 2014 (ATKB) met onderwatercamera's werd wel uittrek via de vispassage waargenomen. De kleine kolk van de Willem I-sluis heeft ook een rinketregeling, maar deze had veel storingen. Bij Kadoelen en Willem I lijken de huidige vismigratievoorzieningen in geringe mate attractief voor schieraal.

## Beheeradviezen

Vanwege de beperkte mogelijkheden voor glasaal om de Waterlandse boezem te bereiken, wordt aanbevolen om hiernaar bij intrekpunten verder onderzoek te doen. Op basis hiervan kan men dan beoordelen of maatregelen hier zinvol zijn, te meer omdat kruisnetmonitoring lage vangsten laat zien in combinatie met een type vispassage die voor glasaal nauwelijks effectief is. Deze laatste claim is niet onderzocht maar gebaseerd op de werking van een vergelijkbare vispassage bij gemaal de Waker.

Ook uittrekkende schieraal wordt sterk belemmerd door de diverse obstakels. Bij gemaal Kadoelen en Willem I-sluis zijn in de huidige situatie beide vismigratie voorzieningen niet effectief voor uittrekkende

---

schieraal. Tevens is de uittrek efficiëntie van gemaal Kadoelen laag. Om deze redenen is het aan te bevelen om de uittrek te verbeteren door bijvoorbeeld loze schuttingen in de eerste helft van de nacht (Willem I-sluis) of te experimenteren met een instromende 'brakkere' lokstroom vanuit de vispassage bij Kadoelen. Vergroting van de naar het Noordzeekanaal stromende 'lokstroom' van de vispassage lijkt gezien de resultaten op andere locaties met rinkettenbeheer minder kansrijk, behalve misschien als deze aan het begin van de nacht direct na het malen overdag zou worden aangeboden. Hiernaar zou een optimalisatie-studie kunnen worden uitgevoerd.

**Samenvattend:**

- Uitvoeren van loze schuttingen Willem I-sluis 's nachts voor glasaal, voorzover het zoutbezwaar dit toelaat.
- Onderzoek naar effectiviteit vispassage Kadoelen voor intrek (op basis van resultaten van het intrekonderzoek bij De Waker).
- Onderzoek naar de aantrekkelijkheid van Waterlands Boezem voor intrekken glasaal.
- Nader onderzoek naar de relatief geringe attractie-efficiëntie en blokkerende effect van de uittreklocaties Kadoelen en Willem I-sluis, en welke factoren dit bepalen. Vergroten van de effectiviteit van de vispassage Kadoelen voor de uittrek van schieraal (optimalisatie-onderzoek).

#### 4.2.9 Houtrakpolder (HHR)

**Glasaal**

Het glasaalonderzoek in 2018 leverde een geschat aanbod van ruim 30.000 glasaal op. De gemiddelde verblijftijd van de glasalen bij gemaal Houtrakpolder is geschat op 10 dagen. In de huidige situatie is de polder niet intrekbaar voor glasaal.

**Schieraal**

Er is geen schieraal zender-onderzoek uitgevoerd naar de uittrek in de Houtrakpolder.

**Beheeradviezen**

Het aanbod aan glasaal lijkt relatief laag in vergelijking met omliggende intrekpunten van het HHR (Spaarndam en Halfweg). Glasaal die niet bij Houtrakpolder naar binnen kan, kan zich verspreiden naar deze omliggende intrekpunten onder de voorwaarde dat de verliezen tijdens de ophoping niet groot zijn. Omdat oponthoud tijdens de intrek sowieso een ongewenste situatie is (vergroot risico op predatie, energieverlies, mismatch in timing) wordt aanbevolen om in het voorjaar indien mogelijk de inzet van het gemaal te beperken tot overdag en de vroege ochtend, met als doel passerende glasalen (en stekelbaarzen) te kunnen laten doorzwemmen naar de afslag richting de vispassage bij gemaal Halfweg.

**Samenvattend:**

- Relatief gering aanbod van glasaal, wellicht geen prioriteit om intrek hier te faciliteren
- Onderzoeken of in het voorjaar verschuiving van het maalregime naar overdag/vroege ochtend een optie is.
- Nadenken over innovatieve oplossingen om visveilige in- en uittrek mogelijk te maken bij een opvoerhoogte of peilverschil van 4 meter.

#### 4.2.10 Boezem Rijnland (HHR)

**Glasaal**

De boezem van Rijnland is voor glasaal te bereiken via het gemaal van Katwijk, het maal/sluiscomplex te Spaarndam, de vispassage te Halfweg of het maal/sluiscomplex bij Gouda (hier is het glasaalaanbod niet goed bekend).

Sinds de ingebruikname in 2014 komen via Halfweg elk jaar enkele 100.000-en glasalen de boezem binnen. In 2018 waren dit er minimaal 450.000. De vispassage functioneert goed, met een efficiëntie van circa 79% en een korte verblijftijd van gemiddeld 4,1 dagen.

Bij gemaal Spaarndam worden ook grote hoeveelheden glasaal aangetrokken, ruim 220.000 in 2018. Op deze locatie is nog geen vispassage gerealiseerd (voorzien in medio 2020). Glasaal heeft hier wel al

---

de mogelijkheid om via lekwater van de schutsluis of het (scheprad)gemaal naar binnen te komen. Een deel van de glasaal voor het boezemgemaal trekt weg van Spaarndam om elders op te duiken, zoals bij gemaal Halfweg (Griffioen et al. 2019). Een nieuwe vispassage bij gemaal Spaarndam is voorzien om de barrièrewerking van het complex voor glasaal te verminderen. Voor een goede werking van de vispassage zal het van belang zijn om ervoor te zorgen dat het gemaal Spaarndam in het voorjaar meer continu maalt dan in 2018 het geval is geweest. Er zijn aanwijzingen dat de glasaal in 2018 in vergelijking met de aankomst bij gemaal Halfweg laat aankwam (Griffioen et al. 2019). Dit is mogelijk het gevolg geweest van het toegepaste maalregime. Hier lijkt een optimalisatieslag mogelijk t.b.v. intrek glasaal.

Glasaal zou 's nachts de gelegenheid moeten krijgen om de vispassages binnen te zwemmen, dan moet er liefst niet voluit gemalen worden om wegspoeling te voorkomen. Inzet van een enkel rad of pomp gedurende de dag tot in de avond is te overwegen om glasaal naar de gemalen te lokken. Deze lokstroom moet dan bij voorkeur aansluiten bij de vispassage.

Bij boezemgemaal Katwijk is nog geen aanbodschatting voor glasaal gedaan. In 2019 is hier voor het eerst met een glasaaldetector in combinatie met merk-terugvangst onderzoek gedaan. Hoewel de resultaten nog moeten worden uitgewerkt, is de verblijftijd in 2019 vastgesteld op gemiddeld 14,3 dagen en zijn er terugvangsten tot wel 70 dagen na uitzet (ongepubliceerde resultaten WMR). Hier lijkt dus een sterke barrièrewerking voor glasaal uit te gaan van het gemaal. Net zoals er op het Noordzeekanaal 'herverdeling' van glasaal plaatsvindt, lijkt dat bij Katwijk ook voor te komen. Zo is er een glasaal uitgezet bij Katwijk op 23 april en op 7 mei teruggevangen bij IJmuiden (Zuidersluis). Deze heeft de route van circa 33km in 14 dagen afgelegd waarschijnlijk geholpen door stroming langs de kust. De instroomopening van de koker, die ook een functie heeft voor de migratie van vis, ligt mogelijk dieper dan voor de intrek van glasaal wenselijk is.

### **Schieraal**

Op basis van de zenderonderzoeken lijken boezemgemalen Halfweg en het maal/sluis-complex Spaarndam een (gering) blokkerend effect op de uittrek van schieraal te hebben en bevestigen ze de resultaten uit eerdere onderzoeken. Ook bij boezemgemaal Katwijk lijkt dit zo. Bij sluiscomplex Spaarndam zouden loze schuttingen gedurende het eerste deel van de nacht de uittrek kunnen bevorderen.

### **Beheeradviezen**

*Glasaal:* de boezem van Rijnland heeft een relatief grote aantrekkende werking op glasaal. Zowel bij Spaarndam, Halfweg (waar ook de RWZI lozing van Amsterdam plaatsvindt) als bij Katwijk komt veel glasaal af op de lokstroom van het maalwater. Bij Halfweg is de intrek goed, bij Spaarndam is een soortgelijke vispassage voorzien bij het gemaal. Met selectief en gericht inzetten van beide boezemgemalen kan het gebruik van de vispassages worden geoptimaliseerd.

Bij Katwijk wordt de intrek belemmerd, resulterend in een relatief lange verblijftijd en herverdeling van glasaal. Hier zou de intrek van glasaal moeten worden verbeterd. Op deze locatie is een koker in gebruik als vispassage, maar dit lijkt niet goed aan te sluiten op het natuurlijk gedrag van de glasaal. Tellingen laten weinig glasalen zien in de koker. Nader onderzoek is noodzakelijk om aanvullende maatregelen te ontwerpen voor verbetering van de passeerbaarheid van gemaal Katwijk.

*Schieraal:* voor het verbeteren van de uittrekmogelijkheden van schieraal uit de Rijnlandse boezem kan het zinvol zijn om in de eerste helft van de nacht loze schuttingen uit te voeren bij sluiscomplex Spaarndam. Nadeel hiervan is dat dit mogelijk zorgt voor een ongewenste zoutlast op de Rijnlandse boezem.

### **Samenvattend:**

- Afstemming van de maalregimes van boezemgemalen Spaarndam en Halfweg tijdens de intrekperiode voor optimaal gebruik van de vispassages.
- Uitvoeren van loze schuttingen 's nachts voor schieraal bij sluiscomplex Spaarndam voor zover het zoutbezwaar en de bediening dit toelaten.

- Mogelijkheden onderzoeken van het beperken van ophoping van glasaal bij boezemgemaal Houtrakpolder.
- Verbetering werking viskoker boezemgemaal Katwijk en dit onderzoeken.
- Uittrek van schieraal via Gouda onderzoeken. Dit is de enige grotere 'uitgang' van het beheersgebied Rijnland die nog niet is geëvalueerd.

#### 4.2.11 Aetsveldsepolder (AGV)

##### **Glasaal**

Het glasaalonderzoek in 2018 leverde een geschat aanbod van 3.000 glasaal op. De gemiddelde verblijftijd van de glasalen bij gemaal Aetsveldsepolder is relatief laag (4,6 dagen). Dit zou verklaard kunnen worden door hetzij betere intrekmogelijkheden dan vooraf gedacht (wellicht via de kleine inlaat die ter plekke aanwezig is) of dat de glasaal hier een snellere 'stroomafwaartse' dispersie, weg van deze intreklocatie vertoont.

##### **Schieraal**

Er is geen schieraal zender-onderzoek uitgevoerd naar de uittrek in de Aetsveldsepolder.

##### **Beheeradviezen**

Nader onderzoek naar intrek glasaal via bestaande structuren. Het aanbod lijkt beperkt en de verblijftijd is relatief laag, waarbij momenteel nog onbekend is of dit komt doordat de aanwezige glasaal via een kleine inlaat (waarvan het beheer onbekend is) de polder in trekt, of dat de aanwezige glasalen al na korte tijd weer verder trekt om andere opties te zoeken, of dat ze wellicht worden weggespoeld wanneer het gemaal in werking treedt. Om glasaal de mogelijkheid te geven de achterliggende polder te bereiken kan er als no-regret maatregel voor gekozen worden een glasaalintrek-voorziening (bijvoorbeeld aalgoot) aan te leggen.

##### **Samenvattend:**

- Glasaanbod is relatief laag en de verblijftijd klein, maar als no-regret maatregel kan er voor gekozen worden een glasaalintrek-voorziening (bijvoorbeeld aalgoot) aan te leggen bij gemaal Aetsveldsepolder.
- Onderzoek uitvoeren naar schieraal uittrek vanuit deze polder en effect van gemaal Aetsveldsepolder hier op.

#### 4.2.12 Kortenhoefse plassen (AGV)

##### **Glasaal**

Er zijn voor dit deelgebied geen schattingen voor aanbod van glasaal. Op basis van informatie uit de beroepsvisserij wordt geschat dat aal die in dit gebied voortkomt grotendeels is uitgezet. In hoeverre er ook natuurlijke intrek is van glasaal is onbekend, maar het vermoeden is dat het glasaal aanbod niet groot is.

##### **Schieraal**

Zowel het gemaal bij Kortenhoef als de schutsluis hebben een relatief geringe attractie-efficiëntie voor schieraal, hoewel dit sterker lijkt voor de sluis dan voor het gemaal. Loze schuttingen gedurende het eerste deel van de nacht, bijvoorbeeld nadat het gemaal overdag heeft uitgemaald om grootschalige attractie naar het gemaal/sluis-complex te genereren zou de passeerbaarheid van het gemaal-sluis-complex kunnen verbeteren. Echter, gezien de relatief grote afstand tussen gemaal en sluis is dit waarschijnlijk weinig effectief. Bovendien zijn loze schuttingen niet gewenst vanwege de nutriëntenbelasting van de plassen. Gemaal Kortenhoef heeft visveilige buisvizels, zoals een studie van Van Bruine & Heukelum (2015) bevestigt. Ook het feit dat 4 van de 5 gezenderde schieralen die het gemaal zijn gepasseerd, nog lang daarna zijn gedetecteerd, wijst op een relatief geringe sterfte door dit gemaal.

##### **Beheeradviezen**

De attractiviteit van het gemaal is relatief laag. Het verdient aanbeveling te onderzoeken welke factoren dit veroorzaken. Het uitvoeren van loze schuttingen met de nabij gelegen schutsluis is vanuit

---

waterkwaliteitsbeheer ongewenst en bovendien waarschijnlijk weinig effectief, vanwege de relatief grote afstand tussen gemaal en sluis.

**Samenvattend:**

- Onderzoeken of de attractie efficiëntie van het gemaal bij Kortenhoef verbeterd kan worden.

#### 4.2.13 Vinkeveense plassen (AGV)

**Glasaal**

Er zijn voor dit deelgebied geen schattingen voor aanbod van glasaal. In andere (lopende) projecten die onderzoek doen in dit gebied (project Decentraal Aalbeheer door Kennis; DAK) wordt op basis van informatie uit de beroepsvisserij geschat dat vrijwel alle aal die in dit gebied voorkomt is uitgezet door de beroepsvisserij.

**Schieraal**

De uittrek van schieraal vanuit de Vinkeveense plassen worden zeer sterk beperkt door een blokkerend effect van gemaal de Ruiter en de Demmerikse Sluis. Met een cameraopstelling is recentelijk wel enige passage van paling via de Demmerikse sluis waargenomen (pers. meded. M. Kroes, Kroes Consult). Bij gemaal de Ruiter is het sterftepercentage onbekend, want er is geen aal het gemaal gepasseerd. Dit gemaal staat echter bekend als niet visveilig (pers. meded. J. van Alphen, AGV). De sluis bij Vinkeveen is momenteel weinig attractief voor daar aanwezige schieraal en vormt derhalve momenteel geen goede alternatieve route voor het plaatselijke gemaal. De schieralen in dit gebied waren gemiddeld groter dan in andere onderzochte gebieden in de Noordzeekanaal-regio. Dit kan een gevolg zijn van de sterke beperking van de uittrek uit de Vinkeveense Plassen.

**Beheeradviezen**

Voor schieraal is het wenselijk om 's nachts (tenminste het eerste deel van de nacht) loze schuttingen uit te voeren bij de Demmerikse Sluis, bijvoorbeeld nadat het gemaal overdag heeft uitgemaal en grootschalige attractie naar het gemaal/sluis-complex te genereren. Dit zou de passeerbaarheid van het gemaal-sluis-complex kunnen verbeteren. Voor het schadelijke gemaal de Ruiter is het vervangen van de huidige pompen de beste oplossing. Als het sterke blokkerende effect bij gemaal de Ruiter is gerelateerd aan de huidige niet-visveilige pompen, bijvoorbeeld door het geproduceerde onderwatergeluid, dan kan met nieuwe pompen ook dit blokkerende effect verminderd worden. We zien dat de schieralen wel tot het gemaal worden aangetrokken (alle gezenderde schieralen zijn tot meerdere malen aan de binnenzijde van het gemaal gedetecteerd), maar dat het daadwerkelijke inzwemmen van het gemaal nauwelijks plaatsvindt. Ook met paling-over-de-dijk, waarbij sinds 2012 schieraal wordt gevangen met fuiken aan de binnenzijde van het gemaal, worden schieralen tot dichtbij het gemaal gevangen en vervolgens uitgezet aan de stroomafwaartse buitenzijde van het gemaal. Over de relatie tussen mate van blokkerend effect en pomp-type is nog weinig onderzoek verricht. Een alternatief is het weren van vis in combinatie met het realiseren van een bypass, bijvoorbeeld door de Demmerikse sluis als vissluis tijdens het eerste deel van de nacht te bedienen. Het gemaal De Ruiter liever niet 's nachts inzetten, vanwege de risico's voor schieraal. Wellicht is het mogelijk om nog via andere routes schieraal makkelijker het gebied uit te laten trekken. Zo is er in het zenderonderzoek tenminste een schieraal waarschijnlijk door een sluis via de Winkel het gebied uitgetrokken. Deze uittrekroute zou met gericht sluisbeheer wellicht ook verbeterd kunnen worden.

**Samenvattend:**

- Uitvoeren van loze schuttingen 's nachts en inzet van het gemaal voor het creëren van een stroming naar de sluis.
- Gemaal de Ruiter niet 's nachts inzetten.
- Visonvriendelijk pompen van de Ruiter vervangen door visveilige. Hierbij ook aandacht besteden aan het verminderen van het sterke blokkerende effect (ze worden wel aangetrokken tot het gemaal, maar passeren deze niet of nauwelijks) van gemaal de Ruiter zoals in de huidige studie is gevonden.
- Alternatieve uittrekroutes vanuit de Vinkeveense plassen voor schieraal verbeteren indien mogelijk.



---

#### 4.2.14 Oranjesluizen en Markermeer (RWS)

##### **Glasaal**

Hoeveel glasaal het Markermeer optrekt is onbekend. In 2018 is geschat dat er bij de vispassage te Schellingwoude circa 40.000 glasalen aankomen. Echter, dit onderzoek gaf ook aan dat dit zeer waarschijnlijk een sterke onderschatting is van het werkelijke aanbod over het gehele Oranjesluizen-complex. Mogelijk gaat het om enkele tot vele 100.000en (zie ook indicatieve schatting van 190.000 zoals in Tabel 4 is weergegeven) die vanuit het Noordzeekanaal het Markermeer opzwemmen. Ook is er ook nog een onbekende intrek van glasaal naar het Markermeer vanuit het IJsselmeer. Daarnaast is in het verleden via DUPAN glasaal en pootaal uitgezet in het Markermeer: ruim 420.000 pootalen in 2014 en 470.000 glasalen in 2017 (van der Hammen 2018). Verder is er ook intrek en dispersie mogelijk vanaf het IJsselmeer. Door aangepast beheer van spui en schutsluizen in de Houtribdijk zijn hiervoor in de afgelopen jaren ook meer mogelijkheden gekomen. Met de vele schuttingen bij de Oranjesluizen lijkt migratie richting het Markermeer onbelemmerd. Hier is echter geen onderzoek naar gedaan. Eind 2019 is bovendien nog een sluisvispassage toegevoegd aan de twee reeds aanwezige vertical-slot vispassages.

##### **Schieraal**

De attractie efficiëntie van schieraal naar de Oranjesluizen vanuit het Noordzeekanaal was hoog, maar de passage efficiëntie erg laag. Waarschijnlijk waren de meeste schieralen die gedetecteerd zijn aan de Noordzeekanaalzijde 'langszwemmers' die vanuit het ARK kwamen en waren deze niet gemotiveerd om via de Oranjesluizen naar het Markermeer te migreren, maar op weg naar IJmuiden. Vanuit het Markermeer lijkt de doortrek veel beter, al is dat gebaseerd op een gering aantal schieralen die de sluizen benaderd. Of hier de attractie efficiëntie gering is of dat er veel schieralen al eerder verdwenen door visserij is moeilijk vast te stellen. De uittrekkansen voor schieraal op het Markermeer (en IJsselmeer) zijn na 1 december sterk verminderd door visserij, na de gesloten periode sept-nov. In hoeverre het zwaartepunt van de uittrek van sept-nov als gevolg van klimaatverandering aan het verschuiven is naar een latere periode is nog niet goed onderzocht. De visserij na 1 december lijkt een sterk knelpunt voor uittrek van schieraal te zijn, gezien het geringe uittrekpercentage van de schieralen die in december 2018 zijn uitgezet op het Markermeer.

##### **Beheeradviezen**

De relatief hoge verblijftijd van glasaal aan de Noordzeekanaalzijde van de Oranjesluizen kan duiden op een belemmerde doortrek naar het Markermeer. De nieuwe sluisvispassage eind 2019 komt hierdoor gelegen. Van belang is om de effectiviteit ervan vast te stellen. De aanbodschatting met maar één glasaal detector is te beperkt van opzet om het totale aanbod over de gehele sluis te meten. Voor dat doel zou met bij voorkeur 3 glasaaldetectoren gemonitord moeten worden.

Voor schieraal is nu alleen bekend wat er na 1 dec nog uittrekt en via welke route dit gebeurt. Het verdient aanbeveling om ook in de gesloten periode uittrekonderzoek te doen voor een beter beeld van de attractiviteit en de passagemogelijkheden voor de Oranjesluizen. Mocht de passeerbaarheid ontoereikend blijken, dan zou deze kunnen worden vergroot door loze schuttingen in te zetten tijdens de nacht.

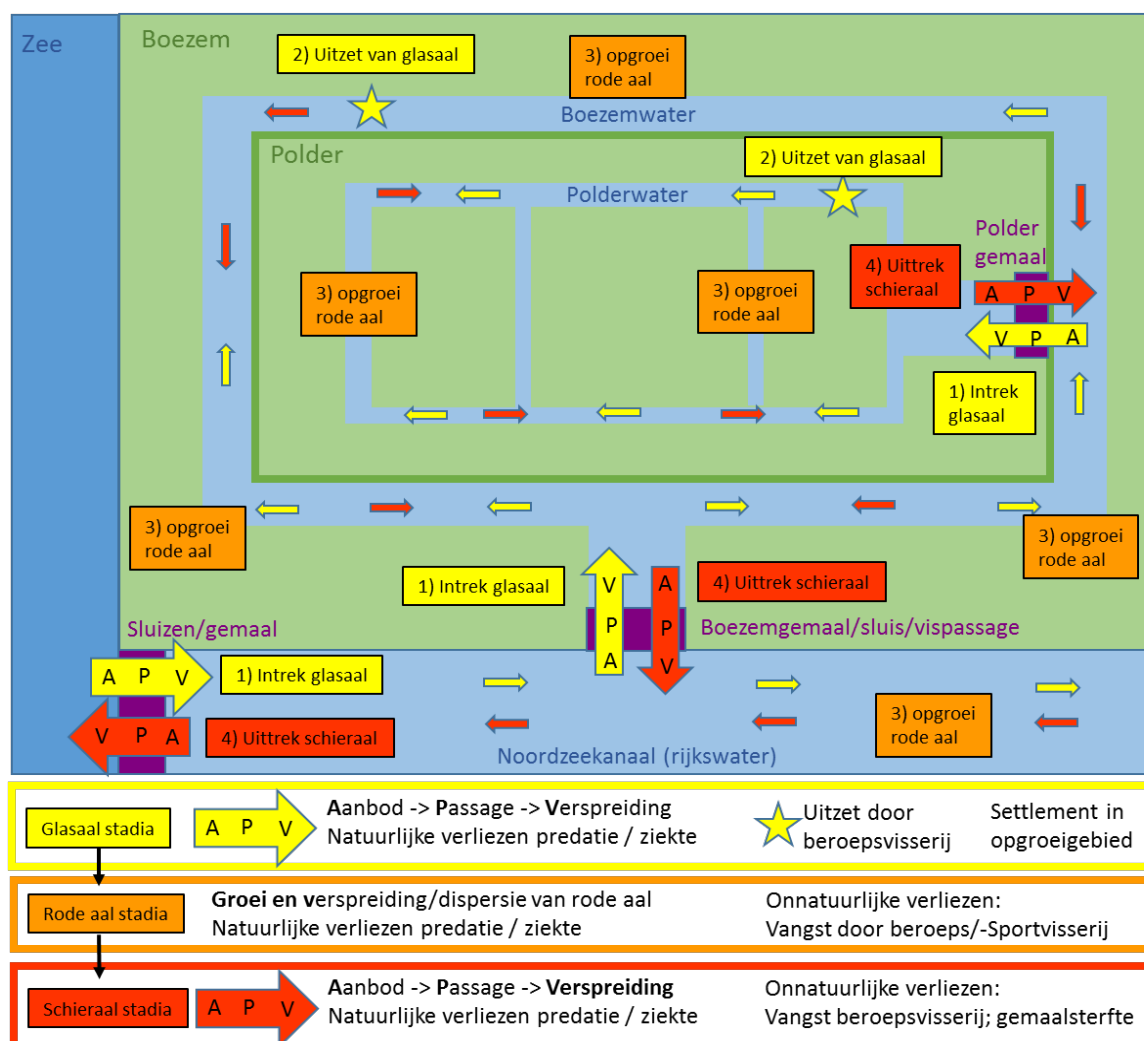
##### **Samenvattend:**

- Glasaal aanbodschatting met bij voorkeur 3 glasaaldetectoren meten aan de Noordzeekanaalzijde.
- Schieraal zenderonderzoek uitbreiden naar gehele najaar periode, er ligt de komende jaren al een VEMCO netwerk op en rond het Markermeer, zodat dit tegen relatief geringe kosten mogelijk is.
- Effect van de visserij op de uittrek van schieraal vanuit het Markermeer bepalen.
- Uitvoeren van loze schuttingen 's nachts, mochten passagemogelijkheden voor schieraal toch tegenvallen, ondanks gerealiseerde verbeteringen aan de bestaande vispassages.

## 5 Van intrek tot uittrek: integrale beschouwing van trekvis in Noordzeekanaal-regio

### 5.1 Aal van intrek tot uittrek in Noordzeekanaal-regio

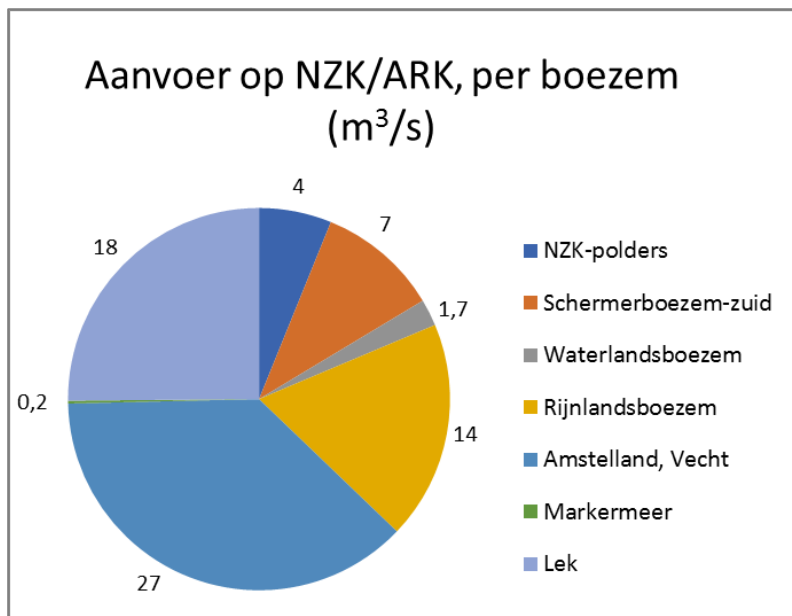
Om zijn levenscyclus te voltooien trekt glasaal vanuit zee naar zoet water, groeit als rode aal op en maakt dan een metamorfose door tot schieraal en trekt weer naar zee om zich voort te planten in de Sargassozee. In deze paragraaf integreren we de uitkomsten van de intrek- en de uittrekstudie voor aal op het niveau van de boezemstelsels in de Noordzeekanaal-regio (zie Figuur 5-1).



**Figuur 5-1** Schematisch overzicht van het 'zoetwater-deel' van de levenscyclus van de aal in de Noordzeekanaal-regio en de factoren die van belang zijn voor de ontwikkeling: van glasaal intrek via rode aal stadium tot uittrek van schieraal.

#### Sluizencomplex IJmuiden als toegangspoort voor groot achterland

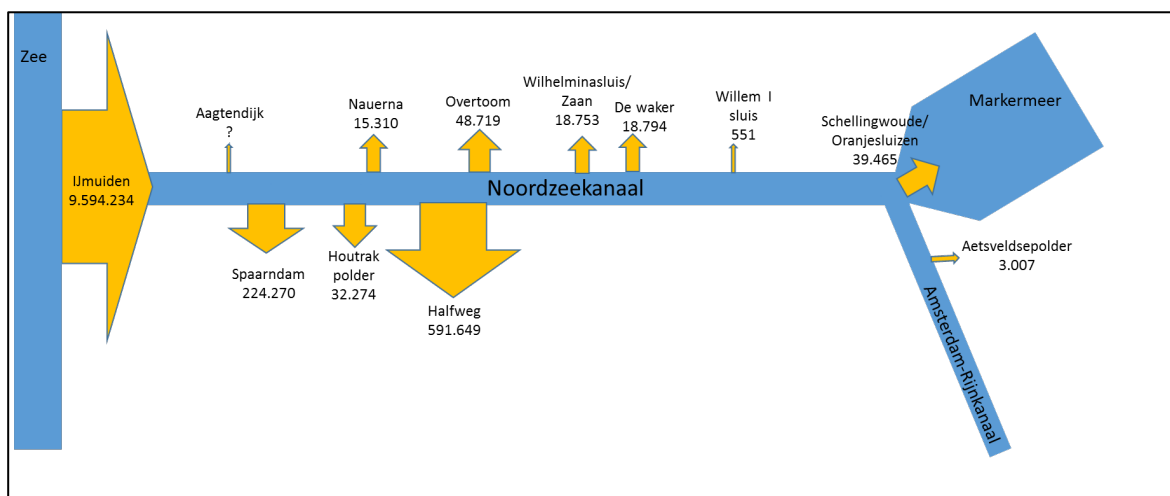
Het Noordzeekanaal is een belangrijk watersysteem waarop een groot achterland afwatert, een deel van de beheergebieden van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier, Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterschap Amstel Gooi en Vecht, het Markermeer en indirect een deel van Flevoland en gebieden rondom het Amsterdam-Rijnkanaal en inlaat vanuit de Lek (zie Figuur 5-2). Het sluizencomplex bij IJmuiden is de belangrijkste toegangspoort tot dit achterland voor glasaal die vanuit zee binnentrekt.



**Figuur 5-2** Overzicht van de afvoer van water op het Noordzeekanaal-Amsterdam-Rijnkanaal (NZK/ARK) watersysteem vanuit de omliggende polders, boezem- en rijkswatersystemen. Deze verdeling is gebaseerd op debietsdata uit 2015: mrt-mei + okt-dec. Het totaal is 73 m³/s (RWS).

### Verdeling van intrekkende glasaal over de Noordzeekanaal-regio

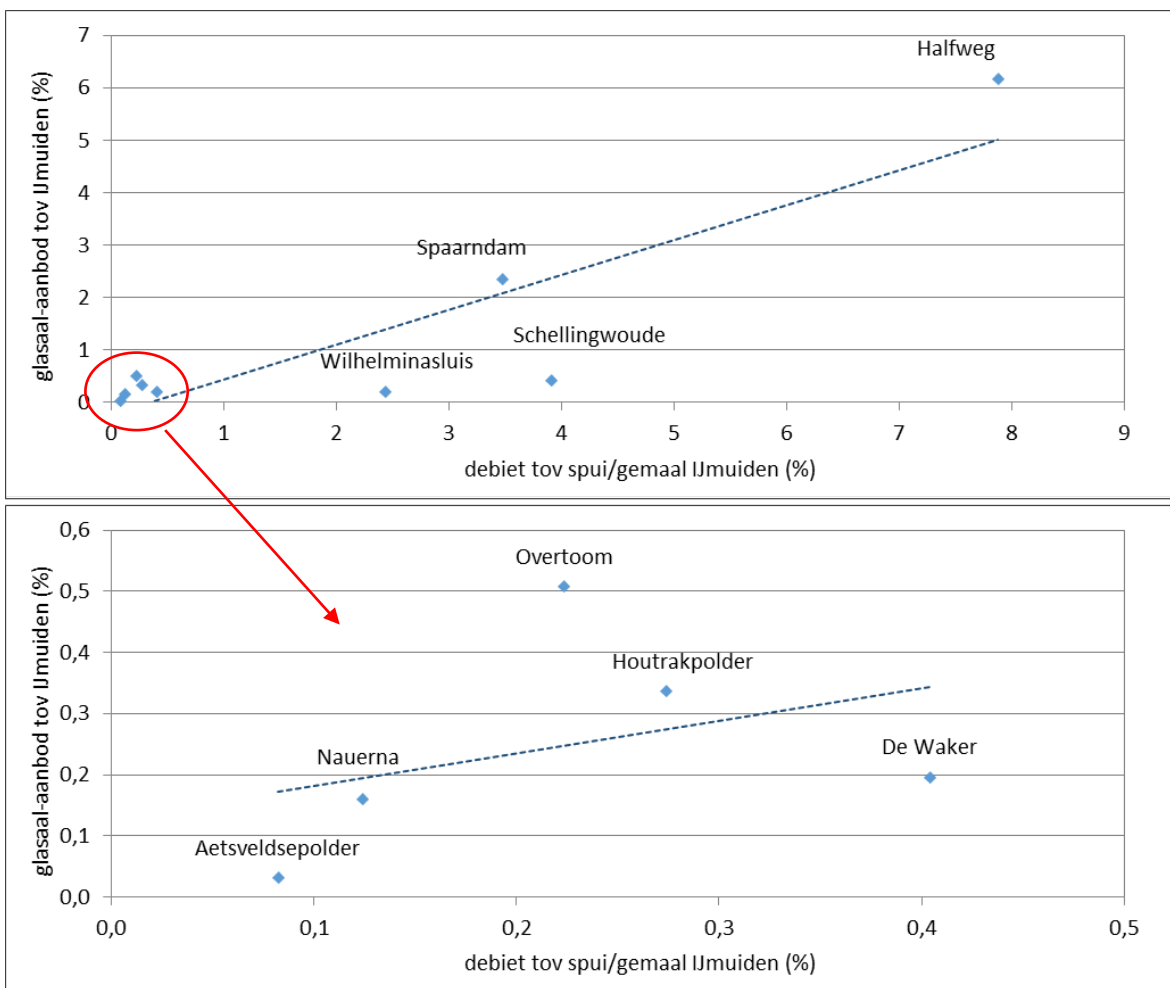
Het aanbod aan glasaal bij IJmuiden - volgens de schatting in 2018 waren dit 9,6 miljoen glasalen - trekt met weinig vertraging binnen en passeert het sluizencomplex met hoge efficiëntie (Griffioen et al. 2019b). Vervolgens verspreiden deze glasalen zich over het Noordzeekanaal. Bij alle onderzochte intrekpunten langs het Noordzeekanaal is een lokale aanbodschatting van glasaal uitgevoerd. Bij elkaar opgeteld kwam de schatting uit op 0,99 miljoen glasalen, ruim 10% van de intrek bij IJmuiden (Figuur 5-3).



**Figuur 5-3** Verdeling glasaal langs het Noordzeekanaal op basis van aanbodschatting 2018.

Er blijkt een sterk verband te zijn tussen de aanbodschatting en het gemiddelde debiet dat bij deze intrekpunten wordt uitgeslagen, op twee intrekpunten na: de Oranjesluizen bij Schellingwoude en Wilhelminasluis/Zaangemaal in de Zaan. Voor de Wilhelminasluis/Zaangemaal is dit wellicht verklaarbaar uit de timing van de glasaalintrek ten opzichte van die van de uitslag door het gemaal (zie par. 4.1.1). Voor de Oranjesluizen was de uitzetlocatie niet representatief voor de aankomst van glasalen bij het gehele complex, waardoor het aanbod voor het gehele complex zal zijn onderschat. Het aanbod bij Wilhelminasluis-/Zaangemaal ligt een factor 6,5 onder de regressielijn tussen aanbod en debiet in Figuur 5.4 en bij de Oranjesluizen ligt deze een factor 5,75 lager. Verder zou er hoe verder je het stroomgebied in gaat een 'depletie'-effect van glasaal op kunnen treden omdat de glasalen zich al hebben geseteld c.q. verdeeld over andere intrekpunten, waardoor de verhouding glasaalaanbod en relatie met gemiddeld debiet per intrek route zou kunnen veranderen, c.q. geringer worden, zoals wellicht bij Aetsveldsepolder zichtbaar wordt. Als we uitgaan van een onderschattingsscenario voor de

aanbodsschatting bij de Oranjesluizen dan kunnen we corrigeren voor deze 'onderschatting-factor' en wordt de totale aanbodsschatting bij de onderzochte intrekpunten met 0,19 miljoen glasaal (2% van aanbod bij IJmuiden) verhoogt tot 1,18 miljoen glasalen (12% van het aanbod bij IJmuiden).



**Figuur 5-4** Relatie tussen debiet en de aanbodsschatting glasaal per locatie voor de periode april-juni 2018 (Griffioen et al. 2019b).

Er zijn dan nog 8,42 miljoen glasalen die bij IJmuiden binnen zijn getrokken die niet bij de onderzochte locaties zijn opgedoken. Aangezien niet alle intrekpunten rondom het Noordzeekanaal zijn onderzocht zal een deel hiervan bij deze intrekpunten zijn opgedoken. Als voor deze intrekpunten hetzelfde verband tussen debiet en aanbod glasaal geldt als gevonden bij de wel onderzochte intreklocaties, dan kan op basis van het gesommeerde debiet van de niet onderzochte intreklocaties het aanbod glasaal bij de niet-onderzochte locaties worden uitgerekend. De onderzochte intreklocaties (inclusief Schellingwoude waarvoor een onderschatting-scenario is doorgerekend) hebben een gezamenlijk gemiddeld debiet van 18,6% van het totale debiet van het spui/gemaal bij IJmuiden. Dit debiet bedroeg in de periode april-juni 2018 75 m<sup>3</sup>/s (het uitwisseldebiet van de zeesluizen was 48 m<sup>3</sup>/s). Wanneer we rekenen met een gemiddeld neerslagoverschot van 300 mm/jaar voor de oppervlakte van het Noordzeekanaal-/Amsterdam-Rijnkanaal (3.882 ha) komen we op 0,5% van het debiet bij IJmuiden uit. De niet onderzochte locaties (waaronder ook het beheersgebied van Waterschap AGV dat vrij toegankelijk is via NZK of ARK/Vecht) hebben dan een gezamenlijk debiet van  $100 - 18,6 - 0,5 = 80,9\%$ . Uitgaande van dezelfde verhouding tussen aanbod (aanbod bij onderzoekslocaties gecorrigeerd voor onderschatting bij Oranjesluizen) en debiet komt dit dan neer op 5,13 miljoen glasaal verdeeld over alle niet onderzochte intreklocaties en -routes inclusief de aanvoer van de Lek via het ARK (ca. 25% van het debiet). Bij een deel van deze locaties en routes kunnen de glasalen niet naar binnen en zal er verdere dispersie binnen het Noordzeekanaal plaatsvinden.

Van het totale aanbod bij IJmuiden hebben we dan nog 3,29 miljoen glasaal (35% van het aanbod bij IJmuiden) 'over'. Hiervan zal een deel waarschijnlijk niet verder het achterland intrekken maar zich settelen in het Noordzeekanaal/Amsterdam-Rijn kanaal zelf. Er is nog weinig bekend over de maximale

draagkracht voor opgroei van glasaal van watersystemen. Deze zal ook verschillen tussen voedselrijkere en voedselarmere systemen. Voor het uitzetten van glasaal in Nederland wordt op basis van ervaringen de vuistregel gehanteerd van maximaal 250 glasalen per ha per jaar (van der Hammen 2018). Als we dit getal als 'best guess' nemen voor wat er zich in het Noordzeekanaal-/Amsterdam-Rijn kanaal zelf kan settelen, dan komen we op 0,97 miljoen glasalen (10% van het aanbod bij IJmuiden).

Er blijven met bovenstaande geschetste scenario's dan nog 2,32 miljoen glasalen over (24% van het aanbod bij IJmuiden) die 'verdwenen zijn met onbekend lot'/ontbreken in de balans. De stapsgewijze doorberekening van intrek glasaal en het 'lot' en de verdeling van glasaal over het achterland zoals hierboven is beschreven is weergegeven in Tabel 4.

**Tabel 4** Berekening van 'balans' (aantalsverdeling in het achterland) van glasaal op basis van aanbodschatting 2018 bij IJmuiden. Alleen de bovenste 2 regels zijn daadwerkelijk onderzocht, de rest van de tabel kent een hoge graad van onzekerheid en speculatie en moet worden gezien als een eerste exploratieve benadering.

Glasaal 'balans' in Noordzeekanaal regio voor 2018	Aantal glasaal	% van IJmuiden
1) Totale aanbod intrek bij ijmuiden	9600000	100%
2) Aanbod onderzoekslocaties (18,6% van totale debiet)	992000	10%
<i>Restant na 1)-2) nog onder te brengen glasaal:</i>	<i>8608000</i>	<i>90%</i>
3) Waarschijnlijke onderschatting aanbod Oranjesluizen	187459	2%
<i>Restant na 1)-3) nog onder te brengen glasaal:</i>	<i>8420541</i>	<i>88%</i>
4) Best guess intrek niet onderzochte locaties/routes (80,9% van debiet)	5130494	53%
<i>Restant na 1)-4) nog onder te brengen glasaal:</i>	<i>3290047</i>	<i>34%</i>

Er zijn diverse scenario's voor de verdeling van het restant nog onder te brengen glasaal over het gehele Noordzeekanaal stroomgebied te bedenken. De daadwerkelijke afvoer en timing kan een andere verdeling geven dan uitgaan van de 'gemiddelde afvoer-verdeling' zoals hierboven is gedaan. Verder zou het kunnen dat er veel meer dan 250 glasalen per ha zich (wellicht noodgedwongen) settelen in het Noordzeekanaal en ARK, en dat deze zich pas later verspreiden over het achterland (secundaire dispersie), of deels ten prooi vallen aan predatie en ziekte. Na verspreiding over het achterland, zullen zij zich settelen en verder opgroeien als rode aal. Ook tijdens het rode aal stadium kan een verdere dispersie optreden.

#### **Van rode aal bestandschatting naar aantal startende schieraal in Noordzeekanaal-regio**

In het kader van de EU-evaluatie van het Nationale Aalbeheerplan wordt per beheergebied (watersysteem/beheergebied) op basis van het areaal oppervlaktewater en de dichtheden aan rode aal een schatting gedaan van het rode aal bestand (rode aal > 30 cm) en vervolgens wordt per watersysteem en beheergebied omgerekend hoeveel schieraal er potentieel start met de uittrek in elk van de gebieden. Hiervoor is informatie gebruikt over de arealen aan oppervlaktewater, zowel KRW-wateren als sloten, de vangsten binnen bemonsteringen per ha en omrekeningsfactoren over efficiëntie per vangstuig (van de Wolfshaar et al. 2018). Voor elk van de beheergebieden rondom het Noordzeekanaal (Hollands Noorderkwartier, Amstel Gooi en Vecht, Rijnland, Noordzeekanaal+ARK, Markermeer en via deze route ook een deel van Zuiderzeeland (zuidelijk Flevoland) zijn op deze wijze schattingen van het rode aal bestand en potentieel uittrekkende bestand aan schieralen (in ton = 1.000 kg) uitgerekend. Wat er eventueel met het ingelaten water vanuit de Lek naar het ARK aan schieraal intrekt is niet meegenomen in deze eerste benadering. Het is de vraag of migrerende schieralen in de Lek deze afslag, met een ten opzichte van de hoofdstroom gering debiet, volgen tot in het ARK. Deze berekening is een eerste exploratieve schatting. Door te rekenen voor grotere beheergebieden worden de onzekerheden, aannames en sterke variatie tussen kleinere deelgebieden enigszins uitgemiddeld (van de Wolfshaar 2018). In deze aanpak zitten al grote onzekerheden (o.a. vangst-efficiëntie van vistuigen) en de werkelijke dichtheden van rode aal kunnen sterk variëren tussen kleinere deelgebieden. Hierdoor is het met de huidige kennis weinig zinvol om deze benadering voor nog kleinere deelgebieden (dan in Tabel 5 zijn onderscheiden) toe te passen omdat dan de fout en onzekerheid per gebied veel groter zal worden. Hiervoor zullen in meer detail data over groei, uitzettingen, onttrekkingen en een populatie-dynamisch model benadering nodig zijn om de aantalsbalans voor paling ook op kleinere schaal te detailleren, zoals

in het lopende DAK-project voor de polders Westzaan en Vinkeveense plassen wordt uitgevoerd en beschikbaar zal komen.

Uitgaande van een gemiddeld gewicht van 850 g per schieraal in de Noordzeekanaal-regio (Vriese 2010) kan het geschatte bestand startende schieraal (in ton kg) vervolgens worden omgerekend in aantallen potentieel uittrekkende schieralen. Voor een aantal leefgebieden zal slechts een deel via het Noordzeekanaal uittrekken en een deel via andere uittrekpunten naar zee trekken. Hoe deze verdeling over meerdere uittrekpunten is, is momenteel niet bekend voor deze gebieden. In Tabel 5 is per leefgebied een eerste grove indicatie voor het % dat via het Noordzeekanaal uittrekt opgenomen. Met deze opwerking van rode aal bestand naar aantal startende schieralen en de weergegeven percentages met verdeling naar Noordzeekanaal zouden er dan naar schatting ruwweg 200.000 schieralen beginnen aan de uittrek vanuit het achterland van IJmuiden. Dit is niet meer dan een grove eerste schatting.

**Tabel 5** *Schatting van aantal startende schieralen (rekrutering aan wegtrekkende schieralen) voor leefgebieden die onderdeel uitmaken van het stroomgebied van het Noordzeekanaal. Deze zijn berekend in rode aal en vervolgens schieraal bestanden in ton (1000) kg vanuit dichtheidsschattingen aan rode aal per leefgebied zoals uitgevoerd voor de EU evaluatie van het Nederlandse Aalbeheerplan voor de beheersgebieden per waterschap (van de Wolfshaar et al. 2018). Aanvullend hierop is dit op basis van het waterareaal van Noordzeekanaal+ARK boezem en het Markermeer ook voor deze watersystemen apart uitgerekend. Deze schattingen zijn gebaseerd op beperkte onderliggende data en er zitten in de kengetallen veel aannames en onzekerheden. Op basis van gemiddeld gewicht van schieraal is het geschatte bestand in ton naar aantallen omgerekend. Voor sommige van de leefgebieden trekt slechts een deel via het Noordzeekanaal uit en een deel via andere uittrekpunten. Ook deze verdeling is niet goed bekend en zijn in deze berekening eerste grove inschattingen gemaakt (% via NZK). De uitkomsten van deze berekeningen meten dan ook worden beschouwd als niet meer dan een eerste inschatting van de orde van grootte van de aantallen schieralen die in de Noordzeekanaal-regio starten met hun zeewaartse migratie.*

Watersysteem	Areaal Water (ha)	lengte 0.5-3m sloot (m)	Lengte 3-6m sloot (m)	KRW water Dichtheid >30cm (kg/ha)	KRW water rode aal >30cm (ton)	Sloten rode aal >30cm (ton)	Biomassa Schieraal (ton)	Aantal schieraal (avg 850g)	% via NZK	Aantal schieraal via NZK
Noordzeekanaal+ARK boezem	3882	0	0	15	58	0	13	15756	100%	15756
Boezem + Polders HHNK totaal		10788655	2320879	11	120	114	54	63332	50%	31666
Amstel Gooi en Vechtland		5247721	926212	6	123	52	40	47297	100%	47297
Boezem + Polders Rijnland (HHR)		6898894	1688950	16	185	76	60	70790	75%	53093
Zuiderzeeland (zuidelijk flevoland)		1339344	55836	20	144	10	35	41562	66%	27431
Markermeer, incl Gouwe&IJmeer	68508	0	0	2	143	0	33	38745	66%	25572
<b>Totaal invloedssfeer Noordzeekanaal</b>							<b>236</b>	<b>277483</b>		<b>200815</b>

#### Schattingen van aanbod schieralen bij IJmuiden

In het najaar van 2016 en najaar van 2017 zijn op basis van uitgebreide merk-terugvangst experimenten schattingen gemaakt van het aanbod schieralen bij het sluizen-complex IJmuiden (Winter et al. 2019). In het najaar van 2017 waren dit  $89.233 \pm 9.791$  schieralen; in het najaar van 2016 waren dit  $101.347 \pm 10.990$  schieralen. Ook voor de jaren 2007 en 2008 zijn op basis van beperktere merk-terugvangst experimenten en extrapolaties van netvangsten door Winter (2011) schattingen gemaakt van het aanbod schieralen bij IJmuiden en dit werd toen ingeschat op grofweg 70.000-100.000 schieralen bij IJmuiden. Al deze schattingen liggen dicht bij elkaar. Uitgaande van de best beschikbare aanbodschattingen (uit 2016 en 2017) zijn er in de afgelopen jaren een jaarlijks 90.000-100.000 schieralen via het sluizen-complex IJmuiden naar zee getrokken.

#### Sterfte van schieraal in het Noordzeekanaal-stroomgebied: van start tot uittrek beschouwd

Als we uitgaan van de ruwe schatting van 200.000 schieralen die starten met hun migratie in het stroomgebied van het Noordzeekanaal (zie Tabel 5), dan zou dat betekenen dat hiervan 45-50% aankomt bij IJmuiden, namelijk 90.000-100.000 (wat nauwkeurige schattingen zijn), en er derhalve 50-55% van de startende schieralen 'verdwijnt' tijdens hun migratie naar IJmuiden. Maar zoals hierboven aangegeven, is de schatting van het startende aantal schieralen erg onzeker.

Met het zenderonderzoek in 2017-2018 (Winter et al. 2019) zijn verdeeld over 8 verschillende uitzetgroepen in totaal 180 schieralen in het achterland van het Noordzeekanaal uitgezet die alleen via een kunstwerk in het achterland naar het ARK-NZK konden migreren (zie Bijlage 2, subgroep 'NZK polders'). Hiervan heeft 28% via IJmuiden de zee bereikt, variërend van 0%-52% per uitzetgroep. Of alle uitgezette schieralen ook daadwerkelijk zijn gestart met een zeewaartse migratie is onzeker. Als we

uitgaan van alle schieralen die op één van de detectiestations zijn waargenomen (n=163), dan heeft 31% de zee via IJmuiden bereikt. Als we uitgaan van alle schieralen die bij een kunstwerk zijn aangekomen (n=141, waarvan verondersteld kan worden dat deze gemotiveerd zijn om te passeren) dan heeft 35% de zee via IJmuiden bereikt. Daarnaast zijn er 18 van de 163 waargenomen schieralen uit NZK Polders via een andere route het studiegebied uitgezwommen en hebben deze wellicht via een ander uittrekpunt (via andere uittrekpunten vanuit Boezems die niet op het Noordzeekanaal uitkomen, of via ARK en de Lek) dan IJmuiden uiteindelijk ook de zee bereikt (maximaal 11% extra, zie Bijlage 2). Dit zou betekenen dat er vanuit het 'diepere' achterland van het Noordzeekanaal tussen de 28% en 46% van de startende schieralen binnen een jaar de zee bereikt. De gezenderde schieralen die niet binnen een jaar naar zee zijn getrokken, kunnen zijn verdwenen door sterfte (veroorzaakt door gemalen, visserij, wellicht ook scheepvaart, predatie of ziekte) of nog wel leven maar hun migratie hebben uitgesteld of afgebroken en pas na meer dan een jaar na uitzetten hun migratie hervatten. In telemetrie-studies van schieraal op de Maas startte of hervatte 7% van de uitgezette schieralen hun migratie tussen 1-2 jaar na uitzet (Winter et al. 2006). Als er in de Noordzeekanaal-regio een vergelijkbaar percentage van de uitgezette schieralen na 1-2 jaar hun migratie start of hervat, zou hiervan ook nog een deel de zee van bereiken. Uitgaande van een vergelijkbare verdwijning als in 2017-2018 gemeten, betekent dat er in het tweede jaar na uitzet dan nog 2-3% extra de zee zou bereiken. Dit zou betekenen dat er dan vanuit het 'diepere' achterland van het Noordzeekanaal 30%-49% van de uitgezette schieralen de zee haalt en er een sterfte is van 51-70%. Van de schieralen die vanuit het ARK-NZK of daarmee in open verbinding staande wateren vertrekken is het deel dat de zee bereikt hoger; variërend van 55% van de schieralen die benedenstrooms van Vinkeveen en Kortenhoef starten (subgroep NZK ARK in Bijlage 2) tot 94 % van de schieralen die op het Noordzeekanaal nabij IJmuiden starten. Bij Katwijk is 76 % naar zee getrokken. Vanuit het Markermeer is slechts 4% via IJmuiden naar zee getrokken en maximaal 12% via de Houtribdijk en Afsluitdijk naar zee getrokken. Sterfte veroorzaakt door visserij op het Markermeer zal hierin een belangrijke rol spelen, maar omdat de uitzet pas in december na de gesloten tijd plaatsvond is dit waarschijnlijk een overschatting van de sterfte voor alle schieraal die in het najaar vanuit het Markermeer start met de zeewaartse migratie.

Omdat de onderliggende verdeling en aantallen van startende schieralen vanuit het achterland van het Noordzeekanaal onbekend is, kunnen de sterftepercentages van de verschillende groepen gezenderde schieralen niet worden omgerekend naar een gemiddeld sterftepercentage voor het gehele achterland. Op basis van de hierboven besproken ranges in sterftepercentages voor het diepere achterland en het ARK-NZK zelf lijkt een gemiddeld sterftepercentage van 40-60% voor schieraal tot dat deze bij IJmuiden aankomt een reële schatting.

Vervolgens veroorzaakt het gemaal bij IJmuiden een aanvullende sterfte. Op basis van de zenderonderzoeken in 2017-2018 is deze ingeschat op 15-26% sterfte onder de bij IJmuiden uittrekkende schieralen. Dit is beduidend hoger dan de afgerond 2-3% sterfte ten gevolge van het gemaal IJmuiden zoals eerder werd geschat voor 2008 en 2009 door Winter (2011). Zoals in paragraaf 4.2.2 wordt bediscussieerd, is dit sterftcijfer van 2-3% een onderschatting. 2017 was een najaar met een relatief lage spui/maal verhouding, en het is daardoor te verwachten dat er in de meeste jaren naar verhouding minder schieralen via het gemaal naar zee trekken en derhalve het voor 2017 geschatte sterftepercentage van 15-26% ten gevolge van het gemaal voor andere jaren lager ligt. Als we dit op 10-15% gemiddeld over de jaren inschatten, betekent dit dat er in totaal 46-66% (10-15% sterfte over de 40-60% die vanuit het achterland naar IJmuiden komt) van de schieraal die met de zeewaartse migratie start in het stroomgebied van het Noordzeekanaal uiteindelijk sterft.

### **Huidige bijdrage van uittrek schieraal vanuit IJmuiden aan totale uittrek vanuit Nederland**

Voor 2014-2016 is ingeschat dat er vanuit geheel Nederland jaarlijks 1365 ton schieraal de zee bereikt (van de Wolfshaar 2018). Bij een gemiddeld gewicht van 850 gr per schieraal komt dit neer op 1,6 miljoen schieraal. Bij IJmuiden trekken 0,09-0,10 miljoen schieralen naar zee, waarvan er dan nog 10-15% sterven als gevolg van gemaal IJmuiden, waarmee er effectief 0,08-0,09 miljoen schieraal succesvol de zee haalt ('silver eel escapement'). Dit betekent dat de bijdrage van naar zee trekkende schieraal vanuit het stroomgebied van het Noordzeekanaal 5-6% is van het totale geschatte aantal schieralen dat vanuit heel Nederland succesvol de zee haalt. In 2007 is de 'EU-eel directive' (verordening EC 1100/2007) van kracht geworden die alle lidstaten verplicht om landelijke beheerplannen te maken om op termijn tot een schieraaluittrek van 40% van de oorspronkelijke schieraalbiomassa ('pristine



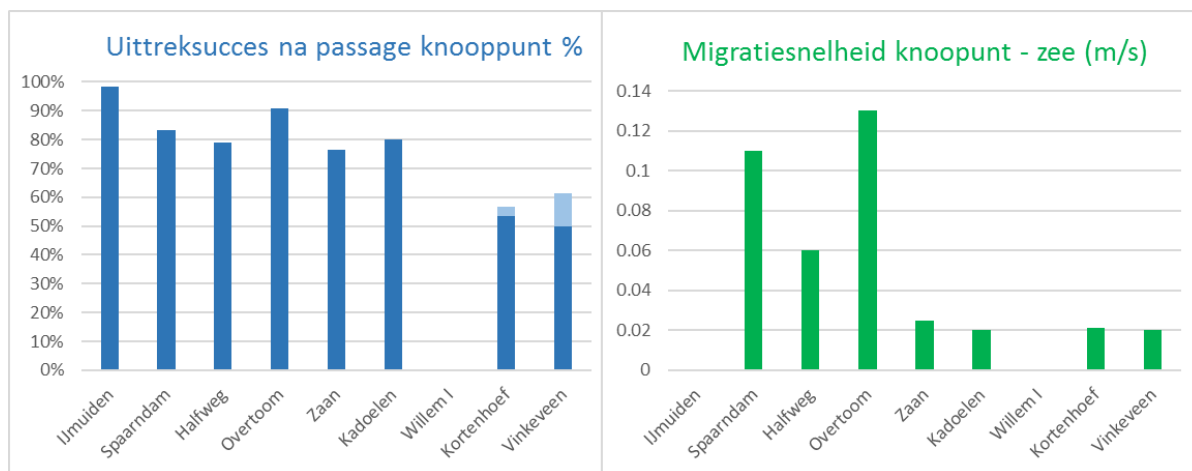
silver eel escapement') die een land uittrekt te komen. De totale biomassa van uittrekkende schieraal voor 2015-2016 vanuit Nederland ligt met 13% van de oorspronkelijke schieraalbiomassa ('pristine silver eel escapement') hier nog beduidend onder (van de Wolfshaar et al. 2018).

### **Uittrek in een sterk door de mens beïnvloed kanalsysteem; oriëntatie ook een knelpunt?**

De regio van het Noordzeekanaal en Amsterdam Rijnkanaal wordt gekenmerkt door artificiële watersystemen en enkele sterk door de mens gemodificeerde natuurlijke wateren zoals de Amstel en de Vecht. Het Noordzeekanaal, Amsterdam-Rijnkanaal en de boezemsystemen van AGV staan alle in open verbinding met elkaar en schieraal kan zich vanaf de onderzochte uittrekpunten die in deze watersystemen bevinden vrijelijk bewegen naar het sluizencomplex bij IJmuiden (wat de hoofdroute bleek voor de meerderheid van de uittrekkende schieraal) of via het ARK naar het zuiden richting de Lek (wat 4 schieralen, 3 vanaf Vinkeveen en 1 vanaf Kortenhoef bleken te doen). Het is echter geen continue stromend systeem, maar perioden met stagnant water worden afgewisseld met perioden met lichte stroming. Ook is er veel scheepvaart in de rijkswateren in deze regio, die ook tijdelijk onnatuurlijke waterverplaatsingen kunnen veroorzaken.

Niet alle alen die vanuit de boezem een barrière weten te passeren naar het Noordzeekanaal komen in IJmuiden aan. In totaal zijn 120 dieren aan de Noordzeekanaalzijde van de polders rondom het Noordzeekanaal waargenomen, waarvan er 77 (64%) Velsen hebben bereikt (die alle naar zee zijn getrokken). Uitgestelde sterfte door passage van een schadelijk boezemgemaal (Zaangemaal) zal hierbij maar een kleine rol hebben gespeeld. Als oriëntatie een probleem is voor uittrekkende schieralen vanuit de onderzochte regio, dan is de verwachting dat met toenemende afstand tot IJmuiden, het uitreksucces nadat een uittrekknoop punt was gepasseerd, afneemt. Verder zal de gemiddelde migratiesnelheid (berekend over de kortste weg tussen knooppunt en sluizencomplex IJmuiden gedeeld door de tijdsduur tussen laatste detectie na passage bij een knooppunt tot eerste detectie bij het sluizencomplex IJmuiden), lager worden met toenemende afstand tussen knooppunt en IJmuiden. Dit is voor de onderzochte uittrekpunten weergegeven in Figuur 5-5. We zien inderdaad een afnemend uitreksucces vanaf knooppunten op grotere afstand van IJmuiden, met name verder stroomopwaarts vanaf Kadoelen. Ook zien we de gemiddelde migratiesnelheid afnemen naarmate de afstand tot IJmuiden groter wordt, met name vanaf Overtoom. Ook zien we bij sommige alen 'onlogische' rondtrekkende bewegingen (wat grootschalig zoekgedrag suggereert). Met name voor de alen in de ARK-Vecht regio (AGV beheersgebied). Het uitreksucces in het Noordzeekanaal is overigens in de 2017/18 studie veel hoger dan in de NEDAP zender-studie in 2008-2009 was gevonden voor het Noordzeekanaal (Winter 2011).

Neemt niet weg dat er nog alternatieve verklaringen voor de bevindingen in Figuur 5-6 zijn te bedenken, zoals tussentijds settelen en migratie uitstellen. Of factoren die over de gehele afstand inwerken zoals predatie (al zijn er waarschijnlijk weinig predatoren in het systeem die dergelijke grote alen aan kunnen) of sterfte door scheepsschroeven (over de mate waarin dit optreedt is vrijwel geen kennis).



**Figuur 5-5** Elk van de onderzochte uittrekknoop punten is gerangschikt naar toenemende afstand tot IJmuiden. In het linkerpaneel is het uitreksucces nadat een uittrekknoop punt was gepasseerd tot aan het sluizencomplex bij IJmuiden weergegeven in donkerblauw, in lichtblauw is het uitreksucces via ARK richting Lek weergegeven. In het rechterpaneel is de gemiddelde migratie-snelheid weergegeven (berekend over de kortste weg tussen knooppunt en sluizencomplex IJmuiden gedeeld door de tijdsduur tussen laatste detectie na passage bij een knooppunt tot eerste detectie bij het sluizen-complex IJmuiden).

---

## 5.2 Driedoornige stekelbaars in de Noordzeekanaal-regio

### **Verschillende populaties en ecotypes**

Driedoornige stekelbaars is één van de weinige vissoorten die zowel in zout/brak water als in zoetwater kan paaien en daarmee als soort extreem flexibel en plastisch is. Er zijn verschillende subpopulaties, vormen, danwel ecotypes binnen de soort aanwezig: de bekendste en meest onderzochte zijn de anadrome trekkende populaties die paaien in zoetwater en opgroeien in brak en zout water (en een belangrijke doelsoort zijn in het Noordzeekanaal en ommelanden), en populaties die hun gehele levenscyclus in zoetwater voltooien en niet migreren. Daarnaast zijn er ook populaties die hun gehele levenscyclus in zoutwater voltooien (Ahnelt 2018). Over deze laatste vorm is veel minder bekend en deze wordt vaak niet goed onderscheiden van de anadrome vorm en zoetwater-populaties. Ahnelt stelt voor deze drie verschillende ecotypen consequent aan te duiden als 'marine', 'anadrome' en 'zoetwater' driedoornige stekelbaars populaties.

Dit maakt deze soort wezenlijk anders dan bijvoorbeeld de paling waar in de Noordzeekanaal-regio het meeste onderzoek naar is uitgevoerd. Bij paling moeten alle intrekkende glasalen van zee afkomstig zijn en zijn deze bovendien gemotiveerd om naar brak en zoetwater naar binnen te trekken. Driedoornige stekelbaarzen aan de zeezijde van het sluizen-complex bij IJmuiden kunnen dus zowel marine (zeer waarschijnlijk niet gemotiveerd om naar Noordzeekanaal te trekken) als anadrome (wel gemotiveerd om naar binnen te trekken) individuen betreffen. Daarnaast is het ook zeer waarschijnlijk dat er driedoornige stekelbaarzen zijn die lokaal in het Noordzeekanaal zelf opgroeien en of daar paaien, of afkomstig zijn van paai in zoeter achterland.

De flexibele en ingewikkelde biologie van deze soort maakt deze interessant en uniek, maar maakt ook de interpretatie van data binnen merk-terugvangst experimenten er niet gemakkelijker op.

### **Merk-terugvangst onderzoek in het Noordzeekanaal voorjaar 2018**

Er is nog weinig bekend van het gedrag van driedoornige stekelbaars in de gehele Noordzeekanaal-regio. De kennis bestaat met name uit de gegevens uit KRW-bemonsteringen en de kruisnetmonitoring zoals die door vrijwilligers wordt uitgevoerd. Waarbij wordt opgemerkt dat de vangstefficiëntie van een 1x1m kruisnet voor driedoornige stekelbaars veel lager is dan voor glasaal.

Gedurende 22 januari – 18 juli 2018 zijn in totaal 6.523 stekelbaarzen gevangen achter de vispassage te Halfweg (>4cm) (Griffioen et al 2019). Met het kruisnetprogramma zijn 216 stekelbaarzen bij Halfweg gevangen (>3cm) en elders langs het Noordzeekanaal 568 stekelbaarzen. Uit de kruisnetbemonsteringen blijkt dat 2018 vergeleken met voorgaande jaren een relatief laag aanbod van driedoornige stekelbaars liet zien (Goverse 2018).

In het voorjaar van 2018 is een pilot uitgevoerd met verschillende batches driedoornige stekelbaars met elk een uniek VIE kleurmerk. In totaal zijn 1.268 stekelbaarzen met een VIE tag gemerkt (veel meer dan vooraf gedacht) verdeeld over 6 groepen. De driedoornige stekelbaarzen waren gevangen aan de zeezijde van IJmuiden of bij Halfweg.

### **Passage van sluizencomplex**

Door groepen te verdelen over de zeezijde, en de kanaalzijde van het sluizencomplex bij IJmuiden kon op basis van de verhouding tussen de verschillende groepen bij terugvangst in het achterland de barrièrewerking worden geschat. Voor driedoornige stekelbaars is een passeerbaarheid van 96% vastgesteld. Ook is er geen significant verschil in migratiesnelheid vastgesteld tussen beide typen groepen dat er op duidt dat er ook bijna geen vertraging is opgetreden om naar binnen te trekken. Dit berust echter slechts op een enkelvoudig merk-terugvangst experiment. Ook voor deze soort lijken de zeesluizen zeer goede passagemogelijkheden te bieden.

---

### **Zwemsnelheden**

De gemiddelde zwemsnelheid van driedoornige stekelbaars tussen IJmuiden en Halfweg bedroeg 1.896 m/dag (670-7.700 m/dag). Er was geen significant verschil tussen de groepen die aan de binnen- of de buitenzijde van de zeesluis zijn uitgezet. De snelste stekelbaarzen trokken in 2 dagen van het sluisencomplex bij IJmuiden naar Halfweg. Beduidend sneller dan glasaal.

### **Verspreiding en timing**

De vangsten (migratie) van driedoornige stekelbaars bij Halfweg kwam in 2018 ongeveer anderhalve maand eerder op gang dan bij glasaal en liep globaal van 9 maart tot 22 april. Een interessant fenomeen tijdens de dagelijks verrichtte vangsten is het optreden van vangpieken om de 2 tot 7 dagen, wat wellicht verband houdt met het feit dat de soort met name in scholen zwemt.

### **Aanbodsschattingen**

Op grond van het uitgevoerde experiment in het voorjaar 2018 kan worden geconcludeerd dat tenminste een deel van de driedoornige stekelbaars, die vanuit het Noordzeekanaal naar de omliggende boezemwateren trekt, afkomstig is van zee. Het aanbod in de Buitenhaven wordt voor voorjaar 2018 geschat op ca.  $620.000 \pm 310.000$  stekelbaarzen. Stekelbaarzen kennen meerdere populaties, zowel trekkende ('anadrome') populaties als niet-trekkende populaties, waarbij zowel zoetwaterpopulaties als zoutwaterpopulaties bestaan. Het deel hiervan met migratiedrang ('anadrome' populatie) wordt geschat op ca.  $94.000 \pm 20.000$  stekelbaarzen. Dit is berekend op basis van merk-terugvangst van stekelbaarzen, afkomstig van Halfweg (bewezen migratiedrang, 'anadroom'), die zijn uitgezet in de Buitenhaven.

### **Driedoornige stekelbaars in de Noordzeekanaal-regio**

Omdat de opzet voor het onderzoek naar driedoornige stekelbaars veel beperkter was dan voor glasaal en er veel minder voorkennis is van deze soort, is het in dit stadium nog niet mogelijk om een integraal overzicht van het belang van de diverse deelgebieden voor stekelbaars te geven of aan te geven waar knelpunten liggen. Maar de gebruikte onderzoeksmethoden (merk-terugvangst op basis van VIE tagging) zijn geschikt gebleken voor driedoornige stekelbaars. Dit biedt de mogelijkheid om ook voor deze soort hier diepgaander onderzoek naar te doen.

## 6 Beheer adviezen en aanbevelingen

### 6.1 Samenvattend overzicht locatie specifieke adviezen

Op basis van de verzamelde gegevens (Tabel 3) wordt hieronder een samenvattend overzicht met de belangrijkste resultaten en adviezen voor beheer per onderzocht migratie-knooppunt gegeven.

#### Sluizencomplex IJmuiden (RWS)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
IJmuiden (RWS)	Gemaal+Spuisluis			26%	25-28%	<5d	>67%?
	Scheepssluisen			51%	71-73%	<5d	<25%?
	Complex totaal	64-98		77%	98%	<5d	10-40%?

Belangrijkste beheeradviezen:

- Pompen van het gemaal vervangen door visveilige pompen (belangrijk).
- Kleine Sluis IJmuiden: optimalisering rinkettenbeheer richten op jaarrond intrek van vis en uittrek-scenario achterwege te laten.
- Kennis vergaren over predatierisico glasaal voor spui/maalcomplex IJmuiden.
- Handhaven zoutlek bij spuicomplex.

#### Aagtendijk (HHNK)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Aagtendijk (HHNK)		?	?				

Belangrijkste beheeradviezen:

- Ruim 3000 glasalen gevangen binnen onderzoek, maar onvoldoende data om een aanbodschatting te maken, of om vast te stellen hoe de intrek er verloopt.

#### Nauerna (HHNK)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Nauerna (HHNK)			15d				

Belangrijkste beheeradviezen:

- Onderzoek naar intrek glasaal via de nieuwe vispassage. Deze locatie zou ook voor schieraal onderzocht kunnen worden op uittrekmogelijkheden.

#### Overtoom, polder Westzaan (HHNK)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Overtoom (HHNK)	Gemaal			68%	41%	~15d	14%
(ook ~4% uittrek via	Sluis			68%	24%	~15d	(~0%)
sluizen naar Zaan)	Aalgoot	17%	4d				
	Complex totaal			68%	65%	~15d	9%

Belangrijkste beheeradviezen:

- Het maalbeheer bij Overtoom en de kleinere gemalen in het zijkanaal op elkaar afstemmen om de attractie van glasaal door gemaal Overtoom te vergroten.
- De werking van de (glasaal-)vispassage te optimaliseren door aanpassing van de huidige situatie of vervanging door ander type.
- In de Overtoomsluis voor uittrek van schieraal, het rinketbeheer stabiel laten werken. Het uitvoeren van loze nachtelijke schuttingen is aan te bevelen, maar niet haalbaar op een handbediende sluis.

### Zaan & Wilhelminasluis, Schermerboezem (HHNK)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Zaan (HHNK)	Gemaal		11d	42-76%	42-48%	~5d	30%
(ook ~4% uittrek via	Sluis			42-76%	33-37%	~5d	14%
Schardam)	Complex totaal			42-76%	79-81%	~5d	24%

Belangrijkste beheeradviezen:

- Voor glasaal intrek is het aan te bevelen om een glasaalgoot bij het Zaangemaal te plaatsen (dit kan wellicht aan de westzijde van het gemaal), of een integrale vispassage.
- Indien dit niet mogelijk is, kan voor glasaal en andere trekvis de intrek worden geoptimaliseerd via de Wilhelminasluis door goede afstemming met inzet van het Zaangemaal en door toepassing van een lokstroom pomp voor een van de rinketten of als alternatief kunnen voor glasaal 's nachts loze schuttingen worden uitgevoerd.
- Tijdens uittrek van schieraal is de aanbeveling om 's nachts loze schuttingen uit te voeren.
- Indien voor schieraal migratie via Wilhelminasluis een goed alternatief biedt middels toevoeging van loze schuttingen, evt. overgaan op viswering voor het Zaangemaal met geleiding richting de sluis.
- Sterfte door het Zaangemaal lijkt relatief gering, maar het verdient aanbeveling om bij renovatie van de pompen deze te vervangen door visveilige exemplaren. Eventueel kan worden gekeken of de bestaande waaiers kunnen worden aangepast.

### De Waker, polder Oostzaan (HHNK)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
de Waker (HHNK)	Vispassage	0,4->8	12d				

Belangrijkste beheeradviezen:

- Verbeteren functioneren vispassage De Waker voor de intrek van glasaal.
- Onderzoek naar de uittrek van schieraal (met name attractie-efficiëntie, en passage efficiëntie) bij gemaal de Waker.

### Willem I sluizen (PNH) & Kadoelen (HHNK), Waterlandse Boezem (HHNK)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Kadoelen (HHNK)	Gemaal			54-72%	22-26%	~5d	20-25%
	Vispassage			1-2%	0%	~5d	
Willem-I (PNH)	Gr sluis		11d	54-64%	13-15%	~30d	(~100%)
	Rinketten sluis			11-17%	21-23%	~30d	

Belangrijkste beheeradviezen:

- Uitvoeren van loze schuttingen Willem I-sluizen 's nachts voor glasaal voor zover het zoutbezwaar dit toelaat.
- Onderzoek naar effectiviteit vispassage Kadoelen voor intrek (op basis van resultaten van het intrekonderzoek bij De Waker).
- Onderzoek naar de aantrekkelijkheid van Waterlands Boezem voor intrekende glasaal.
- Nader onderzoek naar de relatief geringe attractie-efficiëntie en blokkerende effect van de uittreklocaties Kadoelen en Willem I-sluizen, en welke factoren dit bepalen. Vergroten van de effectiviteit van de vispassage Kadoelen voor de uittrek van schieraal (optimalisatie-onderzoek).

### Houtrakpolder (HHR)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek		Verdwijning na	
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Houtrakpolder (HHR)	Gemaal		9d				

Belangrijkste beheeradviezen:

- Relatief gering aanbod van glasaal, geen prioriteit om intrek te faciliteren?
- Onderzoeken of in het voorjaar verschuiving van 't maalregime naar overdag/vroege ochtend een optie is.
- Nadenken over innovatieve oplossingen om visveilige in- en uittrek mogelijk te maken bij een opvoerhoogte of peilverschil van 4 meter.

## Spaarndam, Halfweg & Katwijk, Rijnlands Boezem (HHR)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek			Verdwijning na
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Spaarndam (HHR)	Gemaal			66-88%	3-5%	~15d	~0%
	Sluizen			66-88%	10-15%	~15d	40%
	Complex totaal		10d	66-88%	13-20%	~15d	33%
Halfweg (HHR)	Gemaal+vispassage	79%	4d	62-88%	50-61%	~10d	21%
Katwijk (HHR)	Gemaal		14d	100%	76%	~10d	<25%?

Belangrijkste beheeradviezen:

- (Onderlinge) afstemming van de maalregimes van boezemgemalen Spaarndam en Halfweg tijdens de intrekperiode voor optimaal gebruik van de vispassages.
- Uitvoeren van loze schuttingen 's nachts voor schieraal migratie bij sluiscomplex Spaarndam voor zover het zoutbezwaar en de bediening dit toelaten.
- Mogelijkheden onderzoeken van het beperken van ophoping van glasaal bij boezemgemaal Houtrakpolder.
- Verbetering werking viskoker boezemgemaal Katwijk.
- Uittrek van schieraal via Gouda nader onderzoeken.

## Aetsveldseppolder (AGV)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek			Verdwijning na
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Aetsveldseppolder (AGV)	Gemaal		5d				

Belangrijkste beheeradviezen:

- Glasaanbod is relatief laag en de verblijftijd klein, maar als no-regret maatregel kan er voor gekozen worden een glasaalintrek-voorziening (bijvoorbeeld aalgoot) aan te leggen bij gemaal Aetsveldseppolder.
- Eventueel onderzoek uitvoeren naar schieraal uittrek vanuit deze polder en effect van gemaal Aetsveldseppolder hier op.

## Kortenhoef (AGV)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek			Verdwijning na
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Kortenhoef (AGV)	Gemaal			40%	83%	~30d	60% (20% meer dan sluis)
	Sluis			<<40%	0%	~30d	40%
	Complex totaal			40%	83%	~30d	40-60%

Belangrijkste beheeradviezen:

- Onderzoeken of de attractie efficiëntie van het gemaal bij Kortenhoef verbeterd kan worden.

## Vinkeveen (AGV)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek			Verdwijning na
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Vinkeveen (AGV)	Gemaal de Ruiter			100%	0%	>30d	n.v.t. (sterke blokkade)
(7% uittrek plassen via Winkel?)	Demmerkse sluis			13%	0%	>30d	n.v.t. (sterke blokkade)
	Complex totaal			100%	0%	>30d	38% o.b.v. uitzet bov.str.

Belangrijkste beheeradviezen:

- Uitvoeren van loze schuttingen 's nachts en inzet van het gemaal voor het creëren van een stroming naar de sluis.
- Gemaal de Ruiter niet 's nachts inzetten.
- Visonvriendelijk pompen van de Ruiter vervangen door visveilige. Hierbij ook aandacht besteden aan het verminderen van het sterke blokkerende effect (ze worden wel aangetrokken tot het gemaal, zoals ook blijkt uit Paling Over De Dijk, maar passeren deze niet of nauwelijks) van gemaal de Ruiter zoals in de huidige studie is gevonden.
- Alternatieve uittrekroutes vanuit de Vinkeveense plassen voor schieraal verbeteren indien mogelijk.

## Oranjesluizen/Schellingwoude-Markermeer (RWS)

Knooppunt (waterbeheerder)		Glasaal intrek		Schieraal uittrek			Verdwijning na
		Eff. Pass. %	Verblijft.	Attr. eff. %	Passage eff. %	Verblijft.	knooppunt %
Oranjesluizen->MM (RWS)	Complex totaal		11d	27%	2% (motivatie?)	~10d	in MM tot 77% na 1 Dec?
MM->Oranjesluizen (RWS)	Complex totaal			14-50%	75%		(~33%)

Belangrijkste beheeradviezen:

- Glasaal aanbodschatting met bij voorkeur 3 glasaaldetectoren meten aan de Noordzeekanaalzijde.

- Schieraal zenderonderzoek uitbreiden naar de gehele najaarsperiode, er ligt de komende jaren al een VEMCO netwerk op en rond het Markermeer, zodat dit tegen relatief geringe kosten mogelijk is.
- Effect van de visserij op de uittrek van schieraal vanuit het Markermeer bepalen.
- Uitvoeren van loze schuttingen 's nachts, mochten passagemogelijkheden voor schieraal toch tegenvallen, ondanks gerealiseerde verbeteringen aan de bestaande vispassages.

## 6.2 Aanbevelingen voor monitoring en onderzoek

### 6.2.1 Uitbreiding index monitoring glasaal en schieraal

Het volgen van ontwikkelingen in de aantallen glasaal en schieraal is belangrijk om de status en de resultaten van Europees brede inspanningen voor het herstel van de aal meetbaar te maken. Het is aan te bevelen om index-monitoring<sup>14</sup> liefst jaarlijks of regelmatig uit te breiden met merk-terugvangst-onderzoek. Dit geldt voor zowel glasaal als schieraal. Op deze manier kan goed gemonitord worden of verblijftijd en passage effectiviteit wijzigen na maatregelen of wijziging van omstandigheden. Daarnaast kan men op basis van vangsten en terugvangsten een schatting maken van het absolute aanbod van intrekende glasaal of uittrekende schieraal. Indien de intrek van glasaal over meerdere jaren is bepaald, dan kan men over 5-20 jaar (als deze glasaal als volwassen schieraal vertrekt) een goede verhouding vaststellen tussen intrek en uittrek (en als ook de glasaal uitzet per gebied wordt geregistreerd zie 6.1.5). Aanvullend hierop kan (jonge) rode aal worden gemerkt met een PIT-tag zodat men de opgroeperiode kan inschatten totdat zij uittrekken als volwassen schieraal. In de tussentijd kan de groei worden vastgesteld indien de vis wordt teruggevangen (en teruggezet). Veel van deze adviezen kunnen aansluiten bij het huidige WOT-onderzoek (op diverse locaties bij grote zoet-zout overgangen glasaal vangen met detectoren/kruisnet en schieraal met fuiken voor Min. LNV) en de sinds de opening van de vispassage lopende monitoring met fuiken zoals bij Halfweg. Beroepsvisserij en onderzoekers zullen in dat geval moeten worden geïnstrueerd en worden uitgerust met manual scanners<sup>15</sup> om eventuele terugvangsten van rode aal of schieraal te registreren, op te meten en weer vrij te laten (tegen vergoeding). Voor glasaal zijn in dit geval UV-lampen nodig voor monitoring en kruisnet bemonstering cf. het onderzoek in 2018.

De reeksen die worden verzameld door de vrijwilligers met kruisnetbemonsteringen van de afgelopen jaren zijn ook een vorm van index-monitoring. Deze geven de ontwikkelingen aan glasaal en andere kleine trekvis weer bij vele intrekpunten langs de kust en ook in het achterland. Echter alleen als een relatieve maat, die vergelijking tussen jaren voor dezelfde locatie mogelijk maakt, maar vergelijking tussen verschillende locaties kan alleen als er in aanvulling op de metingen van dichtheden ook schattingen zijn van het onderliggende aanbod met bijvoorbeeld merk-terug vangst experimenten. Als er in minimaal één jaar simultaan met kruisnetten wordt gevisd en merk-terugvangst experimenten liefst in combinatie met een glasaaldetector zijn uitgevoerd, kunnen de kruisnet-totalen ook in jaren dat er geen merk-terugvangst onderzoek is uitgevoerd worden omgerekend naar aanbod per jaar. Deze kunnen wel tussen locaties worden vergeleken. Bovendien dragen de kruisnetbemonsteringen ook sterk bij aan de kennis over de intrek van glasaal, driedoornige stekelbaars en andere trekvis, zoals bot en spiering en aan het draagvlak voor trekvis onder een breder publiek.

### 6.2.2 Onderzoek naar predatie van glasaal nabij barrières

Het risico van predatie op glasaal bij barrières is aannemelijk, zeker als glasaal sterke mate van ophoping vertoont door slechte migratie mogelijkheden. Echter, hier is internationaal weinig kennis over en meer onderzoek is hiervoor nodig (Miyake et al. 2018). Indien predatie geen (groot) risico vormt, biedt dit mogelijkheden om glasaal effectief binnen te laten nadat er eerst gedurende een langere periode een lokstroom is aangeboden. Het is dan niet noodzakelijk dit frequent te doen om de verblijftijd te verlagen. Indien predatie wel een groot risico vormt, waarbij hoge verblijftijd én sterke ophoping de predatiekansen vergroten, dan is het noodzakelijk om migratie mogelijkheden frequent aan te bieden

<sup>14</sup> Langjarige monitoringsreeksen waarbij telkens op dezelfde wijze een relatieve maat (index) wordt gemeten van de abundantie van glasaal of schieraal om trends en ontwikkelingen in de tijd te kunnen bepalen (bijvoorbeeld t.b.v. ICES advies).

<sup>15</sup> Of mobiele PIT-tag stations in een bun of opslag



---

of in aanvulling daarop betere schuilmogelijkheden, zoals op een aantal plekken al is gerealiseerd. Kennis naar predatie rondom barrières kan ook een rol spelen in effectief beheer als de openstelling van vispassages bij een barrière beperkt is, bijvoorbeeld door toenemende droge periodes.

### 6.2.3 Kansen voor slim maalbeheer voor glasaal

In het onderzoek naar migratie van glasaal in 2018 is gebleken dat er een sterke relatie is tussen het debiet van gemalen en de verdeling van glasaal nabij diverse knooppunten. Tevens is gebleken dat glasaal zich kan ophopen bij locaties waar er geen intrekmogelijkheden waren in 2018 (vb. Nauerna en bij gemaal Houtrakpolder). Dit gedrag kan ervoor zorgen dat glasaal de polders of de boezem niet bereikt. Als er deels op het Noordzeekanaal zelf (die wellicht een beperkte draagkracht voor opgroei van glasaal heeft, zie tabel 5) en (groten-)deels via het Noordzeekanaal via andere intrekpunten even goede opgroeimogelijkheden worden gevonden na dispersie, dan hoeft dit geen probleem te zijn. Maar als de opgroeimogelijkheden in de boezems en polders langs het Noordzeekanaal beter zijn, dan is het wenselijk om deze vormen van 'loze' ophopingen zoals bij gemaal Houtrakpolder te voorkomen. Ook als er daardoor verhoogde predatie risico's door ophoping ontstaan (zie 6.2.2) zijn er onnodige verliezen van glasaal.

Onderzoek naar het slim inzetten van gemalen om de glasaalintrek gericht te sturen door het creëren van lokstromen is hierin van belang. Lokstromen op grote schaal om de glasaal naar een andere locatie te lokken en lokstroom op kleine schaal om de glasaal naar een vispassage te lokken. Aanvullend hydrologisch/saliniteit-onderzoek om lokstromen in beeld te brengen en scenario's te testen kan hierbij helpen.

### 6.2.4 Loze schuttingen op brak/zoet-overgangen

Loze schuttingen 's nachts bij de verschillende sluizen op brak/zoet-overgangen kunnen voor de benodigde lokstroom zorgen om glasaal te lokken. Voor schieraal geldt hetzelfde: uitwisselingsstromen kunnen de trigger zijn tot passage van de sluis door schieraal. Nader onderzoek is nodig naar de stromingen en zoutbewegingen tijdens loze schuttingen en de betekenis daarvan voor trekvis. Over de effectiviteit van loze schuttingen op uittrekkende schieraal is nog weinig bekend. Ook hiernaar wordt aanvullend onderzoek aanbevolen. Ook over de relatie tussen loze schuttingen (zonder scheepvaart) en reguliere schutting 's nachts is weinig bekend.

### 6.2.5 Registratie uitzet van glasaal

In de huidige situatie is het, voor veel gebieden, onbekend op welke schaal glasaal wordt uitgezet. In Nederland zijn er twee vormen met uitzet van glasaal. De eerste is gesubsidieerd vanuit de overheid en de tweede is door beroepsvisserij zelf. Daarnaast vindt uitzet plaats van pootaal, wild gevangen dan wel van "slechte groeiers" uit kwekerijen. In beide gevallen geldt dat het wenselijk is om de uitgezette glasaal te merken met een chemisch merk met Strontium of Alizarin zoals in Zweden met alle uitgezette glasaal standaard wordt gedaan. Dit kan centraal in bijvoorbeeld Frankrijk worden uitgevoerd voordat de glasaal naar Nederland wordt vervoerd. Deze stoffen hebben geen gevolgen voor de consumptie van paling. Op deze manier kan een goede verhouding worden berekend tussen natuurlijke intrek en uitzet van glasaal en of deze verhouding uiteindelijk anders is als er uittrek plaatsvindt. Mogelijk dat uitgezette aal zich anders gedraagt dan glasaal die via natuurlijke weg een gebied is binnengetrokken.

### 6.2.6 Habitatpreferentie en rode aal draagkracht-onderzoek

Naast de uitzet van glasaal is het goed om de locatie van uitzet goed inzichtelijk te hebben. Belangrijk is het te weten wat de draagkracht is van een systeem en of de opgroeikansen per gebied verschillend zijn. Op dit moment lopen er twee projecten gecoördineerd door WMR die dit soort groeiverschillen tussen gebieden proberen inzichtelijk te krijgen. Twee van die projecten worden deels uitgevoerd in het NZK-gebied binnen het Duurzaam Aalbeheer door Kennis (DAK)-project waarbij polder Westzaan en de Vinkeveense plassen onderzoeksgebieden zijn, naast de Suderpolder in Friesland en het Markiezaatmeer bij West-Brabant. Voor de waterbeheerders is het van belang te weten in hoeverre diverse polder- en boezemgebieden bijdragen (en verschillen) in opgroeimogelijkheden. Op dit moment lopen er diverse

---

onderzoeken naar de groei van rode aal in beheergebieden (o.a. binnen het bovengenoemde DAK-project en in het beheergebied van Hoogheemraadschap van Delfland). Deze onderzoeken zijn nog niet afgerond en lopen door tot 2020-2022 (Griffioen and Schilder 2018).

#### 6.2.7 Relatie tussen gedrag van schieraal en het benutten van migratievensters bij kunstwerken (sluizen, gemalen)

Migratiemogelijkheden bij sluizen en gemalen kenmerken zich door een infrequent voorkomen in de tijd die afhankelijk is van vele factoren (mate van scheepvaart, beroeps- versus recreatief, hoeveelheid neerslag, debieten etc.). Alleen tijdens schuttingen of wanneer het gemaal maalt kan een schieraal deze kunstwerken in stroomafwaartse richting passeren. Hierbij spelen attractie-prikkels op grotere afstand een rol, om de schieraal naar een kunstwerk/uittrekknoppunt toe te laten bewegen. En prikkels op kortere afstand om de schieraal naar een schutting van een sluis, geopende rinket, lekkende sluisdeur, of draaiend gemaal toe te leiden. Kandidaat-prikkels zijn stromingsrichting en -sterkte, zoet-zout gradiënten, geurstoffen, wellicht zelfs lokale kennis van de aal. Daarnaast kunnen er ook versturende prikkels optreden, bijvoorbeeld bepaald onderwatergeluid, licht niveaus, kroosrekken, bewegende structuren. Binnen een MSc afstudeeronderwerp wordt met de datasets uit het zenderonderzoek 2017-2018 en data van de waterbeheerders i.s.m. WMR en Wageningen Universiteit een nadere analyse uitgevoerd. Dit kan aanvullende beheeradviezen opleveren voor optimaal schut- en maalbeheer.

Onderzoek naar sterfte van trekvis tijdens passage door gemalen is gedaan bij vele typen en locaties in Nederland (STOWA 2012), waaronder de grote boezemgemalen van Rijnland (Halfweg en Spaarndam). Echter de aantallen schieralen in deze bemonsteringen waren relatief gering, waardoor de onzekerheid van de bepaalde schadepercentages groot is. Het bepalen van schadepercentages aan paling die door gemalen trekt zou uitgebreider bepaald kunnen worden.

Een ander belangrijk effect van gemalen is 'barrière-werking', c.q. een blokkerend effect op migratie. Trekvis heeft dan grote aarzeling een gemaal in te gaan en laat veel zoekgedrag bovenstrooms van een gemaal zien. Er is veel verschil in gedrag te zien bij verschillende gemalen. Sommige gemalen worden zonder problemen ingezwommen en andere vrijwel niet (zoals De Ruiter). Het is belangrijk om inzicht te krijgen in de factoren die een blokkade veroorzaken. Bij schadelijke gemalen met hoge sterftepercentages kan een blokkerend effect helpen om effectiever alternatieve trekroutes aan te bieden en in te zetten (veel zoekgedrag vergroot de kans op het ontdekken van de ingang van een nabij gelegen alternatieve route). Maar wanneer er flink is geïnvesteerd in de bouw van visveilige gemalen, kan deze weer (deels) teniet worden gedaan als blijkt dat het gemaal desondanks een blokkerend effect heeft. Inzicht in de factoren en prikkels voor trekvis die hierbij een rol spelen is zeer belangrijk om te ontwikkelen. Hier is nog weinig onderzoek naar gedaan.

#### 6.2.8 Invloed van scheepvaart op schieraal migratie

In hoeverre er extra sterfte is door scheepvaart, doordat schieralen verwond worden door inzuiging naar scheepsschroeven, is nog weinig over bekend. Dergelijke sterfte kan zowel in de vaarweg zelf plaatsvinden als in schutsluizen. De verwondingen die scheepsschroeven maken lijken veel op die door schroefgemalen of waterkracht turbines worden veroorzaakt. Dergelijke alen worden ook wel als 'knakalen' aangeduid. In de Waal worden in het najaar, met name in perioden met lage afvoer, veel knakalen in de kribvakken aangetroffen. In de Waal is er pas honderden km stroomopwaarts in Duitsland een waterkrachtcentrale en er zijn er geen gemalen met flinke achterlanden die direct uitkomen op de Waal of bovenstrooms. Het is goed mogelijk dat scheepvaart een belangrijke oorzaak achter deze knakalen blijkt te zijn. Hiernaar hebben RAVON en Sportvisserij Nederland recentelijk onderzoek naar gestart. Zo zijn er bijvoorbeeld van een groep van 70 gezenderde steuren die uitgezet zijn in de Waal bij Nijmegen, diverse dodelijk gewond (met knaak-achtige verwondingen) teruggevonden langs de oevers van de Waal, terwijl deze zeker geen gemaal of waterkrachtcentrale zijn tegengekomen. Ook hiervoor lijken scheepvaartschroeven verreweg de meest plausibele verklaring (Breve et al. 2014). Of en in welke mate scheepvaart in de Noordzeekanaal-regio extra sterfte veroorzaakt onder de migrerende schieralen is onbekend. Gericht onderzoek hiernaar uitvoeren is niet eenvoudig.

---

Naast direct effect door verhoogde sterfte, kan scheepvaart ook effecten veroorzaken op de oriëntatie van schieralen, zoals verstoring door geluid of stromingsbewegingen. Ook hier is weinig over bekend.

#### 6.2.9 Meta-analyse van schieraal migratie tussen verschillende watersystemen

Naast de schieraal migratiestudie in de Noordzeekanaal-regio, zijn er ook telemetriestudies beschikbaar over de uittrek van schieraal in de Maas (Winter et al. 2006, - 2007, Griffioen et al. 2019), in de Rijn vanaf Keulen (Breukelaar et al. 2009, Klein Breteler et al. 2007), in Friese polderwateren (van Keeken et al. in prep), in het Drentse Aa-Eemskanaal (Winter et al. 2013), Delfzijl (Huisman et al. in prep). Daarnaast zijn er schieraal telemetriestudies uitgevoerd in België in de Schelde, de IJzer en het Albertkanaal (Verhelst et al. 2018a, - 2018b, -2018c). De attractie-efficiëntie, passagesucces, mortaliteit en migratiesnelheden van deze studies zouden kunnen worden vergeleken met de gevonden resultaten in de Noordzeekanaal-regio.

Naast de studies in Nederland en België is schieraal uittrek eveneens goed onderzocht in vele en zeer verschillende andere watersystemen in Europa. Er zijn inmiddels vele telemetrie-studies gepubliceerd. De meeste studies zijn als single case studies gerapporteerd of gepubliceerd. Binnen een enkel watersysteem werken vele antropogene factoren vaak tegelijkertijd en is het onmogelijk om de verschillende druk-factoren en hun afzonderlijke effect op schieraalgedrag of migraties te onderscheiden. Hier zou een meta-analyse, waarbij verschillende typen watersystemen, bijvoorbeeld grote rivieren, kanalen, meren en verschillende gradaties van antropogene impact, mate van visserij, aantal waterkrachtcentrales, stuwen, gemalen, scheepvaart intensiteit, waterverontreiniging etc., met elkaar worden vergeleken en geanalyseerd, wel de impact van afzonderlijke factoren kunnen inschatten. Er is een initiatief gestart onder de paraplu van de EU cost action European Tracking Network (ETN) met Pieterjan Verhelst (Universiteit Gent) als trekker, om een dergelijk meta-analyse in een groot Europees samenwerkingsverband uit te gaan voeren. De telemetrie datasets van de Noordzeekanaal-regio onderzoeken zijn hiervoor ook beschikbaar gesteld.

---

## 7 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

---

# Literatuur

- Ahnelt, H. Imprecise naming: the anadromous and the sea spawning three-spine stickleback should be discriminated by names. *Biologia* (2018) 73: 389. <https://doi.org/10.2478/s11756-018-0038-1>
- Bierman, S. M., N. S. H. Tien, K. E. v. d. Wolfshaar, H. V. Winter, and M. d. Graaf. 2012. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2009 - 2011. IMARES, IJmuiden.
- Bouwmeester, M. 2016. Mogelijkheden voor het monitoren van intrek succes van glasaal bij getijdenbarrières., scriptie opleiding Biologie Universiteit Utrecht.
- Bruine, W., en M. Heukelum, 2015. Monitoring van stroomaf waarste vis migratie gemalen Hollands Ankeveen, Dooijersluis, Kortenhoef en watermolen Onrust. In opdracht van Waternet. Arcadis rapport C01041.000178
- Bult, T. P., and W. Dekker. 2007. Experimental field study on the migratory behaviour of glass eels (*Anguilla anguilla*) at the interface of fresh and salt water. *Ices Journal of Marine Science* 64:1396-1401.
- Creutzberg, F. 1959. Discrimination between ebb en flood tide in migrating elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.) by means of olfactory perception. *Nature* 184:1961-1962.
- Creutzberg, F. 1961. On the orientation of migrating elvers (*Anguilla vulgaris* turt.) in a tidal area. *Netherlands Journal of Sea Research* 1:257-338.
- Crivelli, A. J., N. Auphan, P. Chauvelon, A. Sandoz, J. Y. Menella, and G. Poizat. 2008. Glass eel recruitment, *Anguilla anguilla* (L.), in a Mediterranean lagoon assessed by a glass eel trap: factors explaining the catches. *Hydrobiologia* 602:79-86.
- de Graaf, M., and S. M. Bierman. 2010. De toestand van de Nederlandse aalstand en aalvisserij 2010 - IMARES rapport C143/10.
- Deelder, C. L. 1952. On the Migration of the Elver (*Anguilla vulgaris* Turt.) at Sea. *Journal du Conseil* 18:187-218.
- Deelder, C. L. 1958. On the Behaviour of Elvers (*Anguilla vulgaris* Turt.) Migrating from the Sea into Freshwater. *Journal du Conseil* 24:135-146.
- Deelder, C. L. 1960. Ergebnisse der holländischen Untersuchungen über den Glasaalzug. *Arch. Fisch.Wiss.* 11: 1 -10.
- Dekker, W. 1998a. Glasaal in Nederland – beheer en onderzoek. DLO-Rijksinstituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. RVIO-DLO rapport 98.002.
- Dekker, W. 1998b. Long-term trends in the glasseels immigrating at Den Oever, the Netherlands. *Bulletin Francais De La Peche Et De La Pisciculture*:199-214.
- Dekker, W. 2004a. Monitoring van de intrek van glasaal in Nederland: evaluatie van de huidige en alternatieve methodieken. RIVO Rapport: C006/04.
- Dekker, W. 2004b. Slipping through our hands - Population dynamics of the European eel. - Phd Thesis University - of Amsterdam, 186 pp.
- Dekker, W., and J. van Willigen. 1997. Hoeveel glasaal trekt het IJsselmeer in? - verslag van een merkproef met glasaal te Den Oever in 1997 - RIVO rapport nr C062/97.
- Dekker, W., and J. A. v. Willigen. 2000. De glasaal heeft het tij niet meer mee. RIVO-Nederlands Instituut voor Visserijonderzoek, IJmuiden. RIVO Rapport C055/00.
- Desaunay, Y., and D. Guerault. 1997. Seasonal and long-term changes in biometrics of eel larvae: a possible relationship between recruitment variation and North Atlantic ecosystem productivity. *Journal of Fish Biology* 51:317-339.
- Feunteun, E. 2002. Management and restoration of European eel population (*Anguilla anguilla*): An impossible bargain. *Ecological Engineering* 18:575-591.
- Foekema, E. M., O. A. v. Keeken, and A. D. Rippen. 2014. Glasaalonderzoek Den Oever als onderdeel van het project Glasaal over de dijk. IMARES, Den Helder.
- Goverse, E. 2018. Monitoring trekvisserij in het Noordzeekanaal en ommelanden met kruisnet door vrijwilligers in 2018 - monitoring van diadrome vissen met focus op intrekende glasaal en driedoornige stekelbaars. Stichting RAVON - rapport nr. 2017.069.
- Griffioen, A. B., D. Burggraaf, O. A. v. Keeken, and H. V. Winter. 2019a. Evaluatie vis migratievoorziening Kleine Sluis IJmuiden voor schieraal. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., v. O. A. Keeken, D. Burggraaf, T. J. A. Puts, and G. Manshanden. 2013. Onderzoek vis migratie via grote sluisen: DIDSON metingen. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and K. Schilder. 2018. Aalonderzoeken Hoogheemraadschap van Delfland: groei en verspreiding van rode aal (*Anguilla anguilla*) 2018. Wageningen Marine Research, IJmuiden.

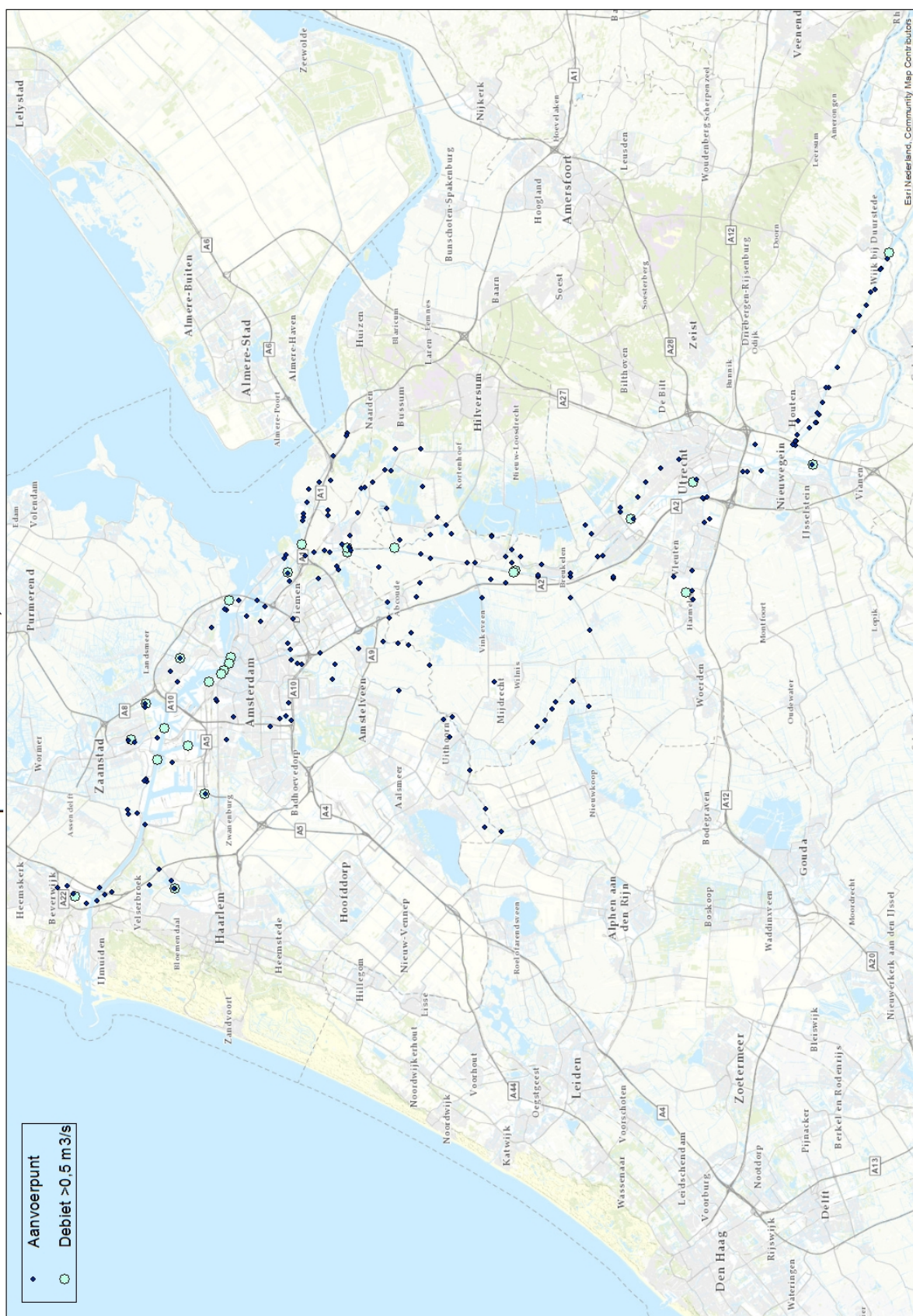
- Griffioen, A. B., M. E. Schiphouwer, H. V. Winter, and S. Ploegaert. 2018. Aalonderzoeken. Hoogheemraadschap van Delfland: efficiëntie van glasaalintrek bij gemaal Schoute Wageningen Marine Research report C007/18.
- Griffioen, A. B., P. d. Vries, R. H. Twijnstra, and M. d. Graaf. 2017a. Glass eel monitoring in the Netherlands. Wageningen Marine Research rapport : C010/17, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., P. d. Vries, R. H. Twijnstra, and M. d. Graaf. 2017b. Glass eel monitoring in the Netherlands. Wageningen Marine Research, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2018. Glasaal bij het sluiscomplex van IJmuiden - Een pilotstudie ter voorbereiding van een onderzoek naar het gedrag, voorkomen en passage van glasaal bij het sluiscomplex te IJmuiden., Wageningen University & Research rapport C001/18.
- Griffioen, A. B., and H. V. Winter. 2019. Eindrapportage 0-monitoring Vismigratierivier Afsluitdijk. Wageningen Marine Research rapportnr C006/19.
- Griffioen, A. B., H. V. Winter, O. A. v. Keeken, C. Chen, E. v. Os-Koomen, S. Schoenlau, and T. Zawadowski. 2014. Verspreidingsdynamiek, gedrag en voorkomen van diadrome vis bij Kornwerderzand t.b.v. de VismigratieRivier. IMARES, IJmuiden.
- Griffioen, A. B., H. V. Winter, O. A. v. Keeken, and B. v. Houten. 2019b. Intrek van glasaal en driedoornige stekelbaars in het Noordzeekanaal voorjaar 2018. Wageningen Marine Research rapport C054/19.
- Hain, J. H. W. 1975. The behaviour of migratory eels, *Anguilla rostrata*, in response to current, salinity and lunar period. Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 27:211-233.
- Hensgens, R. 2019. Short-term effect of Bismarck Brown and Visible Implant Elastomer (VIE) markings on locomotion behaviour of Glass eels (*Anguilla anguilla*) and the implication for recapture success in mark-recapture studies., Afstudeer thesis Van Hall Larenstein.
- ICES. 2017. Report of the joint EIFAAC/ICES/GFCM working group on eels (WGEEL).
- Kroes, M.J.; Boer, M.B.E. de; Bruijs, M.C.M.; Winter, H.V. (2013). Onderzoek naar viswering en visgeleiding bij 7 gemalen in Nederland (met bijdragen van M.C.M. Bruijs en H.V. Winter). Utrecht : Tauw.
- Kroes, M., P. Philipsen, and H. Wanningen. 2018. Nederland Leeft Met Vismigratie 2017. Actualisatie landelijke database vismigratie., In opdracht van Rijkswaterstaat, Sportvisserij Nederland, Wageningen Marine Research/Ministerie van LNV, Planbureau voor de leefomgeving.
- Kroes, M.J.; Boer, M. de; Winter, H.V. (2013). Evaluatie stroboscooplampen en FishTrack bij gemaal Offerhaus: stroomafwaartse migratie. Utrecht : Tauw, BU Meten, Inspectie & Advie
- Laffaille, P., J. M. Caraguel, and A. Legault. 2007. Temporal patterns in the upstream migration of European glass eels (*Anguilla anguilla*) at the Couesnon estuarine dam. Estuarine Coastal and Shelf Science 73:81-90.
- Lemey, L. 2019. The length and weight variation of glass eels (*Anguilla anguilla*) during the arrival season along the Dutch coast. Afstudeer thesis Van Hall Larenstein.
- Manshanden, G. 2018. Monitoring visintrek Kleine Sluis IJmuiden 2018. FishFlowInnovation FFI-1711.04.
- Miles, S. G. 1968. Rheotaxis of Elvers of the American Eel (*Anguilla rostrata*) in the Laboratory to Water from Different Streams in Nova Scotia. Journal of the Fisheries Research Board of Canada 25:1591-1602.
- Miyake, Y., A. Takeshige, H. Itakura, H. Itoh, H. Onda, A. Yamaguchi, A. Yoneta, K. Arai, Y. V. Hane, and S. Kimura. 2018. Predation on glass eels of Japanese eel *Anguilla japonica* in the Tone River Estuary, Japan. Fisheries Science 84:1009-1014.
- Mouton, A. M., M. Stevens, T. Van den Neucker, D. Buysse, and J. Coeck. 2011. Adjusted barrier management to improve glass eel migration at an estuarine barrier. Marine Ecology Progress Series 439:213-222.
- Pesaro, M., M. Balsamo, G. Gandolfi, and P. Tongiorgi. 1981. Discrimination among different kinds of water in juvenile eels, *Anguilla anguilla* (L.). Monitore Zoologico Italiano - Italian Journal of Zoology 15:183-191.
- Ruijter, P. 2014. Intrek Glasaal Gemaal Halfweg; bemonstering Glasaalfuik voorjaar 2014. Visserijbedrijf Piet Rujter in opdracht van Hoogheemraadschap van Rijnland en RWS WNN.
- Ruijter, P. 2015. Intrek Glasaal Gemaal Halfweg; bemonstering Glasaalfuik voorjaar 2015. Visserijbedrijf Piet Rujter in opdracht van HvRijnland en RWS WNN.
- Ruijter, P. 2017. Intrek van Glasaal, 3D Stekelbaars en andere vissoorten bij Boezemgemaal Halfweg; bemonstering Glasaalfuik 2016. Visserijbedrijf Piet Rujter in opdracht van HvRijnland en RWS WNN.
- Ruijter, P. 2018. Monitoring intrek vispassage Boezemgemaal Halfweg 2017. Visserijbedrijf Piet Rujter in opdracht van HvRijnland en RWS WNN.
- Ruijter, P. 2019. Monitoring intrek vispassage Boezemgemaal Halfweg 2018. Visserijbedrijf Piet Rujter in opdracht van HvRijnland en RWS WNN. (In prep.)
- Ruijter, P. 2019. Monitoring intrek vispassage Boezemgemaal Halfweg 2019. Visserijbedrijf Piet Rujter in opdracht van HvRijnland en RWS WNN. (In prep.)
- 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.
- Sola, C., A. Spanpanato, and L. Tosi. 1993. Behavioural responses of glass eels (*Anguilla anguilla*) towards amino acids. Journal of Fish Biology 42:683-691.

- 
- Sorensen, P. W. 1986. Origins of the freshwater attractant(s) of migrating elvers of the American eel, *Anguilla rostrata*. *Environmental Biology of Fishes* 17:185-200.
- Tesch, F. W. 2003. The eel. Blackwell Publishing.
- Tosi, L., and C. Sola. 1993. Role of Geosmin, a Typical Inland Water Odour, in Guiding Glass Eel *Anguilla anguilla* (L.) Migration. *Ethology* 95:177-185.
- van de Hammen, T. 2018. Evaluation of glass eel and ongrown eel restocking practices in The Netherlands. Wageningen Marien Research 1825402.TvdH-ih.
- van de Wolfshaar, K. E., N. S. H. Tien, A. B. Griffioen, H. V. Winter, and M. d. Graaf. 2015. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2015: status of the eel population in the periods 2005 - 2007, 2008 - 2010 and 2011 - 2013. IMARES Wageningen UR, IJmuiden.
- van de Wolfshaar, K. E., N. S. H. Tien, H. V. Winter, M. d. Graaf, and S. M. Bierman. 2014. A spatial assessment model for European eel (*Anguilla anguilla*) in a delta, The Netherlands. *Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems* 2014.
- van de Wolfshaar, K. E., A. B. Griffioen, H. V. Winter, N. S. H. Tien, D. Gerla, O. van Keeken, and T. van der Hammen. 2018. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2018: status of the eel population in 2005-2016. Stichting Wageningen Research, Centrum voor Visserijonderzoek (CVO), Yerseke.
- van Heusden, G. 1943. De trek van den glasaal naar het IJsselmeer. PhD - Thesis, Utrecht.
- van Keeken, O. A., and A. B. Griffioen. 2013. Gebruik vispassage gemaal Maelstede door schieraal: DIDSON meting. IMARES Wageningen UR, IJmuiden [etc.].
- van Wijk, B. 2011. Onderzoek najaarsmigratie van vis 2010 naar het Noordzeekanaal vanuit het beheergebied van hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. Rapport Visserijservice Nederland i.o.v. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier.
- Winter, H. V. 2011. Effecten van Gemaal IJmuiden op de uittrek van schieraal: integratie van de onderzoeken tijdens de periode 2007 - 2011. IMARES, IJmuiden.
- Winter, H. V., T. P. Bult, and J. A. v. Willigen. 2007. Glasaalintrek in gebied Waterschap Zeeuwse Eilanden. IMARES, IJmuiden.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, O. A. Keeken, and P. P. Schollemma. 2013a. Telemetry study on migration of river lamprey and silver eel in the Hunze and Aa catchment basin - IMARES rapport nr C012/13.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and K. E. v. d. Wolfshaar. 2013b. Inventarisatie van de belangrijkste knelpunten voor de uittrek van schieraal in Nederland. IMARES, IJmuiden.
- Winter, H. V., A. B. Griffioen, and K. E. v. d. Wolfshaar. 2013c. Knelpunten inventarisatie voor de uittrek van schieraal t.b.v. 'Paling Over De Dijk'. IMARES, IJmuiden.
- Winter, H. V., O. A. v. Keeken, J. Brockötter, and A. B. Griffioen. 2019. Migratiepatronen en -knelpunten tijdens uittrek van schieraal uit Noordzeekanaal en ommelanden, inclusief Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C053/19
- Wirth, T., and L. Bernatchez. 2003. Decline of North Atlantic Eels: A Fatal Synergy? *Proceedings: Biological Sciences* 270:681-688.



# Bijlage 1 Aanvoerpunten NZK/ARK

Aanvoerpunten NZK/ARK, situatie 2015



# Bijlage 2 Resultaten zenderonderzoek uittrek schieraal 2017-2018

In onderstaande tabellen zijn de samengevatte resultaten van het zenderonderzoek naar de uittrek van schieraal in de Noordzeekanaal-regio weergegeven (Winter et al. 2019).

In de eerste tabel zijn de aantallen gezenderde schieralen weergegeven voor elk van de 13 uitzetgroepen, onderverdeeld in subgroepen.

Uitzetgroep (aantallen gezenderde schieralen)	Uitgezet	Waargenomen (minimaal 1 detectie)	Aangekomen bij Kunstwerk (knooppunt in achterland)	Kunstwerk (knooppunt in achterland) gepasseerd	Aangekomen bij sluis-complex IJmuiden	Zee bereikt	Via elders uit studiegebied getrokken
Uitzetgroepen in achterland NZK, die alleen via een kunstwerk naar IJmuiden kunnen migreren (subgroep 'NZK Polders')							
Kortenhoef binnen	15	6	6	5	2	2	0
Vinkeveen binnen	15	15	15	1	0	0	0
Willem I	25	25	17	5	2	2	1
Kadoelen	25	25	19	6	3	3	5
Zaangemaal	25	25	19	16	11	11	8
Overtoom	25	17	17	13	11	11	0
Halfweg	25	25	24	14	13	13	1
Spaarndam	25	25	24	11	8	8	3
<b>Subtotaal NZK Polders</b>	<b>180</b>	<b>163</b>	<b>141</b>	<b>71</b>	<b>50</b>	<b>50</b>	<b>18</b>
Uitzetgroepen in achterland NZK, die rechtstreeks via ARK naar IJmuiden kunnen migreren (subgroep NZK ARK)							
Kortenhoef buiten	25	25			14	14	1
Vinkeveen buiten	25	24			13	13	3
<b>Subtotaal NZK ARK</b>	<b>50</b>	<b>49</b>			<b>27</b>	<b>27</b>	<b>4</b>
<b>Subtotaal NZK ARK &amp; Polders</b>	<b>230</b>	<b>212</b>			<b>77</b>	<b>77</b>	<b>22</b>
Uitzetgroep in achterland NZK, direct bij IJmuiden (subgroep NZK IJmuiden)							
NZK IJmuiden	50	50			48	47	
<b>Subtotaal alle NZK groepen</b>	<b>280</b>	<b>262</b>			<b>125</b>	<b>124</b>	<b>22</b>
Overige uitzetgroepen							
Markermeer	25	9	6	5	1	1	3
Katwijk	25	25	25	19		19	4
<b>Totaal alle uitzetgroepen</b>	<b>330</b>	<b>296</b>	<b>172</b>	<b>95</b>	<b>126</b>	<b>144</b>	<b>29</b>

In de tweede tabel zijn per uitzetgroep en subgroep de percentages t.o.v. het uitgezette aantal alen, het aantal waargenomen alen, het aantal alen dat bij een kunstwerk in het achterland aankomt, en het aantal dat het ARK-NZK heeft bereikt weergegeven.

Uitzetgroep (percentages)	Deel uitgezette alen		Deel waargenomen alen		Deel bij kunstwerk		Deel aangekomen
	dat ARK-NZK bereikt	dat zee bereikt	dat ARK-NZK bereikt	dat zee bereikt	dat ARK-NZK bereikt	dat zee bereikt	in ARK-NZK dat zee bereikt
Uitzetgroepen in achterland NZK, die alleen via kunstwerk naar IJmuiden kunnen migreren (subgroep 'NZK Polders')							
Kortenhoef binnen	33%	13%	83%	33%	83%	33%	40%
Vinkeveen binnen	7%	0%	7%	0%	7%	0%	0%
Willem I	20%	8%	20%	8%	29%	12%	40%
Kadoelen	24%	12%	24%	12%	32%	16%	50%
Zaangemaal	64%	44%	64%	44%	84%	58%	69%
Overtoom	52%	44%	76%	65%	76%	65%	85%
Halfweg	56%	52%	56%	52%	58%	54%	93%
Spaarndam	44%	32%	44%	32%	46%	33%	73%
<b>Subtotaal NZK Polders</b>	<b>39%</b>	<b>28%</b>	<b>44%</b>	<b>31%</b>	<b>50%</b>	<b>35%</b>	<b>70%</b>
Uitzetgroepen in achterland NZK, die rechtstreeks via ARK naar IJmuiden kunnen migreren (subgroep NZK ARK)							
Kortenhoef buiten		56%		56%			
Vinkeveen buiten		52%		54%			
<b>Subtotaal NZK ARK</b>		<b>54%</b>		<b>55%</b>			
Uitzetgroep in achterland NZK, direct bij IJmuiden (subgroep NZK IJmuiden)							
NZK IJmuiden		94%		94%		98%	
Overige uitzetgroepen							
Markermeer	20%	4%	56%	11%	83%	17%	50%
Katwijk	0%	76%	0%	76%	76%	76%	

---

# Verantwoording

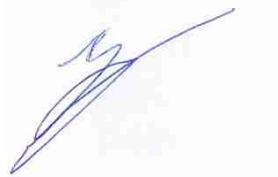
Rapport C015/20

Projectnummer: 4316100136

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: Dr. J.C. van Rijssel  
DLO-onderzoeker

Handtekening:



Datum: 24-4-2020

Akkoord: drs. J. Asjes  
MT-lid

Handtekening:



Datum: 24-4-2020

---

Wageningen Marine Research  
T: +31 (0)317 48 09 00  
E: [marine-research@wur.nl](mailto:marine-research@wur.nl)  
[www.wur.nl/marine-research](http://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'

---